

**PENERAPAN METODE *LEAN SIX-SIGMA* DAN DIAGRAM KENDALI
DEMERIT SEBAGAI UPAYA MEMINIMUMKAN CACAT PRODUK**

SKRIPSI

AYU NOVIA

0703162015



**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUMATERA UTARA
MEDAN
2021**

**PENERAPAN METODE *LEAN SIX-SIGMA* DAN DIAGRAM KENDALI
DEMERIT SEBAGAI UPAYA MEMINIMUMKAN CACAT PRODUK**

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Syarat Mencapai Gelar Sarjana Matematika (S.Mat)

Dalam Bidang Sains dan Teknologi

AYU NOVIA

NIM. 0703162015



**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUMATERA UTARA
MEDAN
2021**

PERSETUJUAN SKRIPSI

Hal : Surat Persetujuan Skripsi

Lampiran : -

Kepada Yth,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

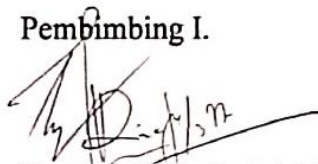
Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk, dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi saudara:

Nama	: Ayu Novia
Nomor Induk Mahasiswa	: 0703162015
Program Studi	: Matematika
Judul	: Penerapan Metode <i>Lean-Six Sigma</i> dan Diagram Kendali <i>Demerit</i> Sebagai Upaya Meminimumkan Cacat Produk

Dapat disetujui untuk segera dimunaqosyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terimakasih.

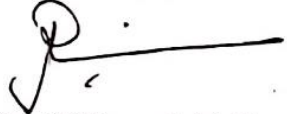
Disetujui oleh:

Pembimbing I.



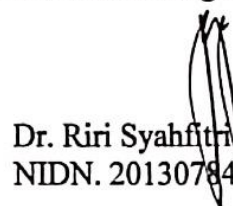
Dr. Rina Filia Sari, M.Si.
NIDN. 2001037703

Pembimbing II,



Rina Widyasari, M.Si.
NIDN. 0118078801

Mengetahui,
Ketua Program Studi Matematika
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan



Dr. Riri Syahfitri Lubis, S.Pd, M.Si.
NIDN. 2013078401



**KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUMATERA UTARA MEDAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

Jl. IAIN No. 1 Medan 20235
Telp. (061) 6615683-6622925, Fax. (061) 6615683
Url: <http://saintek.uinsu.ac.id>, E-mail: saintek@uinsu.ac.id

PENGESAHAN SKRIPSI

Nomor: B.145/ST/ST.V.2/PP.01.1/08/2021

Judul : Penerapan Metode Lean Six Sigma dan Diagram Kendali Demerit Sebagai Upaya Meminimumkan Cacat Produk

Nama : Ayu Novia

Nomor Induk Mahasiswa : 0703162015

Program Studi : Matematika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Telah dipertahankan di hadapan Dewan Penguji Skripsi Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sumatera Utara Medan dan dinyatakan **LULUS**.

Pada hari/tanggal : Jumat, 5 Februari 2021

Tempat : Ruang Sidang Fakultas Sains dan Teknologi

Tim Ujian Munaqasyah,

Ketua,

Dr. Riri Syafitri Lubis, M.Si.
NIDN. 2013078401

Dewan Penguji,

Penguji I,

Dr. Rina Filia Sari, M.Si.
NIDN. 2001037703

Penguji III,

Dr. Ismail Husein, M.Si.
NIDN. 2022049101

Penguji II,

Rina Widyasari, M.Si.
NIDN. 0118078801

Penguji IV,

Dr. Riri Syafitri Lubis, M.Si.
NIDN. 2013078401

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sumatera Utara Medan,

Dr. Mhd. Syahnan, M.A.
NIP. 196609051991031002

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Ayu Novia
Nomor Induk Mahasiswa : 0703162015
Program Studi : Matematika
Judul : Penerapan Metode Lean Six Sigma dan
Diagram Kendali Demerit Sebagai Upaya
Meminimumkan Cacat Produk

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, kecuali beberapa kutipan dan ringkasan yang masing-masing disebutkan sumbernya. Apabila di kemudian hari ditemukan plagiat dalam skripsi ini maka saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi lainnya sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Medan, 03 Februari 2021

Ayu Novia
NIM. 0703162015

ABSTRAK

Pengendalian kualitas adalah bentuk pemeriksaan menggunakan teknik atau metode tertentu dalam pengambilan keputusan untuk memenuhi standar kualitas yang telah ditentukan. Salah satu metode pengendalian kualitas ialah menggunakan metode *Lean Six Sigma* dan menggunakan Diagram Kendali *Demerit* sebagai pemonitor proses produksi. *Lean Six sigma* merupakan suatu kombinasi antara *lean* dan *six sigma* yang dapat didefinisikan sebagai suatu filosofi bisnis, pendekatan sistemik dan sitematik untuk mengidentifikasi dan menghilangkan pemborosan (*waste*) atau aktivitas-aktivitas yang tidak bernilai tambah melalui peningkatan terus-menerus untuk mencapai tingkat enam sigma. Salah satu metodologi dalam upaya peningkatan menuju target *Six Sigma* adalah DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui cara meminimumkan cacat produk air minum dalam kemasan Aqua *cup* 220 ml dengan metode *Lean Six Sigma* dan Diagram Kendali *Demerit*. Dengan analisis yang telah dilakukan diketahui bahwa pada produk Aqua *cup* 220ml Nilai DPMO untuk cacat pada proses produksi Aqua *Cup* 220ml adalah sebesar 22912.83, sedangkan level *sigmanya* adalah sebesar 3.43 dan nilai kapabilitas prosesnya adalah 0,77087 yang menunjukkan bahwa masih perlu pengendalian proses yang baik untuk meminimumkan cacat produk.

Kata Kunci : Pengendalian Kualitas, *Lean Six Sigma*, *Diagram Demerit*, *DPMO*

ABSTRACT

Quality control is a form of inspection using certain techniques or methods in making decisions to meet predetermined quality standards. One of them is quality control using the Lean Six Sigma method and using the Demerit Control Chart as a monitoring of the production process. Lean Six sigma is a combination of lean and six sigma which can be defined as a business philosophy, systemic and systematic approach to identify and eliminate waste or activities that are not value added through continuous improvement to reach the six sigma level. One of the methodologies in an effort to increase towards Six Sigma targets is DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control). This study aims to determine how to minimize defects in drinking water products in 220 ml Aqua cups with the Lean Six Sigma method and Demerit Control Chart. With the analysis that has been carried out, it is known that in the 220ml Aqua cup product the DPMO value for defects in the 220ml Aqua Cup production process is 22912.83, while the sigma level is 3.43 and the process capability value is 0.77087 which indicates that good process control is still needed for minimize product defects.

Keywords: *Quality Control, Lean Six Sigma, Demerit Diagram, DPMO*

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Dengan mengucap rasa syukur dan terima kasih untuk Allah SWT yang telah memberi kehidupan beserta rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal skripsi guna memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S1) dalam Bidang Matematika di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sumatera Utara Medan.

Dalam kesempatan ini, penulis banyak menerima bantuan dan bimbingan yang berharga dari seluruh hati baik dan dari segala pihak. Untuk itu penulis ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya, terkhusus kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Syahrin Harahap, MA, selaku Rektor UIN Sumatera Utara Medan.
2. Bapak Dr. Muhammad Syahnan, MA, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sumatera Utara Medan.
3. Ibu Dr. Riri Syahfitri Lubis, S.Pd, M.Si, selaku Ketua Prodi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sumatera Utara
4. Bapak Hendra Cipta, M.Si, selaku Sekertaris Prodi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sumatera Utara.
5. Ibu Dr. Rina Filia Sari, M.Si, sebagai Penasehat Akademik sekaligus Pembimbing Skripsi I yang telah membantu, mengarahkan serta membimbing penulis dari awal hingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini.
6. Ibu Rina Widyasari, M.Si, selaku Dosen Pembimbing II sekaligus Dosen Konsentrasi Statistika yang telah memberikan dukungan, semangat, arahan serta bimbingan sejak pengajuan judul penelitian ke prodi hingga penelitian ini selesai.

7. Bapak/Ibu Dosen dan para *staff* pengajar di prodi Matematika dan UIN Sumatera Utara Medan yang telah memberikan pendidikan dan pengajaran kepada penulis.
8. Bapak Imam Aulia selaku *Manager Quality Control* di PT Tirta Investama Langkat yang berhati baik dan mau direpotkan untuk membantu penulis saat melakukan penelitian di PT Tirta Investama Langkat.
9. Orangtua tersayang Ayah dan Mama yang telah memberi cinta setiap detiknya, bersabar, memberi semangat, juga yang selalu ada dan menciptakan senyuman saat semuanya terasa sulit. Terimakasih, untuk doa yang mengalir dalam setiap langkah perjalanan hingga penelitian ini dapat selesai.
10. Dan untuk semua hati baik lainnya, terimakasih.

Akhir kata, penulis mengucapkan terimakasih kepada semua hati baik yang telah berjasa dan membantu, hanya Allah SWT yang mampu memberi balasan yang lebih dari jasa dan bantuan yang telah diberikan kepada penulis.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Medan, 03 Februari 2021

Penulis,

Ayu Novia

NIM. 0703162015

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PENGESAHAN SKRIPSI.....	ii
PERYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR PERSAMAAN.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Batasan Masalah.....	5
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	6
BAB II LANDASAN TEORI	7
2.1 Definisi Pengendalian	7
2.2 Definisi Kualitas	7
2.3 Pengendalian Kualitas.....	10
2.4 Kaitan Pengendalian Kualitas dengan Islam.....	11
2.5 Pengendalian Kualitas Proses Statistik	12

2.6 Lean.....	13
2.6.1 <i>Lean Improvement Tools</i>	14
2.6.2 Klasifikasi Aktivitas.....	15
2.6.3 <i>Waste</i>	15
2.7 <i>Six-Sigma</i>	18
2.7.1 Metode DMAIC	21
2.7.1.1 <i>Define</i>	21
2.7.1.2 <i>Measure</i>	23
2.7.1.3 <i>Analysis</i>	27
2.7.1.4 <i>Improve</i>	28
2.7.1.5 <i>Control</i>	28
2.8 <i>Lean Six-Sigma</i>	28
2.9 Diagram Kendali Demerit (<i>u-chart</i>)	30
2.10 Air Minum Dalam Kemasan.....	32
2.10.1 Air Minum	32
2.10.2 Kualitas Air Minum Dalam Kemasan.....	33
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	35
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	35
3.2 Jenis Penelitian	35
3.3 Jenis dan Sumber Data.....	35
3.3.1 Jenis Data	35
3.3.2 Sumber Data.....	36
3.4 Variabel Penelitian	36

3.5	Prosedur Penelitian	37
3.5.1	Tahap Identifikasi Awal	38
3.5.2	Tahap pengumpulan dan Pengolahan data	38
3.5.3	Tahap Analisis dan Perbaikan	39
3.5.4	Tahap Kesimpulan dan Saran	40
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	41
4.1	Pengolahan Data.....	41
4.1.1	<i>Define</i>	41
4.1.1.1	Identifikasi Produk dan <i>Brainstorming</i>	41
4.1.1.2	<i>Value Stream Mapping</i>	44
4.1.1.3	Identifikasi Jenis <i>Waste</i> sepanjang <i>Value Stream</i>	45
4.1.1.4	Penentuan Karakteristik Kualitas	46
4.1.1.5	Membuat Proses <i>Mapping</i>	50
4.1.2	Diagram SIPOC.....	51
4.2	<i>Measure</i>	51
4.2.1	Penentuan Batas Kendali Produk.....	52
4.2.2	Perhitungan <i>Defect per Million Opportunity</i> dan Nilai <i>Sigma</i>	76
4.2.3	Pengukuran Tingkat kapabilitas Proses (<i>Cappability Process</i>)....	80
4.3	<i>Analyze</i>	80
4.3.1	<i>Histogram</i>	80
4.3.2	Diagram <i>Fishbone</i>	81
4.4	<i>Improve</i>	83
4.5	Pembahasan Secara Umum	84

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	86
5.1 Kesimpulan	86
5.2 Saran.....	86
DAFTAR PUSTAKA	87
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Jenis Jenis Pemborosan	15
Tabel 2.2 <i>Sigma Level</i>	20
Tabel 4.1 Tabel Identifikasi <i>Waste</i>	45
Tabel 4.2 Data <i>Defect</i> Pada Produk aqua 220ml	46
Tabel 4.3 Perhitungan Peta Kendali pada <i>Defect Lid</i> Tidak Rata	54
Tabel 4.4 Perhitungan Peta Kendali pada <i>Defect Cup</i> Kosong Tanpa <i>Lid</i>	56
Tabel 4.5 Perhitungan Peta Kendali pada <i>Defect Lid</i> Miring	58
Tabel 4.6 Perhitungan Peta Kendali pada <i>Defect</i> Kotor Air	60
Tabel 4.7 Perhitungan Peta Kendali pada <i>Defect Volume</i> Kurang	62
Tabel 4.8 Perhitungan Peta Kendali pada <i>Defect Lid</i> Bocor Halus	64
Tabel 4.9 Perhitungan Peta Kendali pada <i>Defect Lid</i> Tidak <i>Tersealing</i>	
Sempurna	66
Tabel 4.10 Perhitungan Peta Kendali pada <i>Defect Cup</i> Bocor	68
Tabel 4.11 Perhitungan Peta Kendali pada <i>Defect Filler</i> Isi	70
Tabel 4.12 Perhitungan Peta Kendali pada <i>Defect Cup</i> Isi Tanpa <i>Lid</i>	72
Tabel 4.13 Tabel <i>Critical to Quality</i>	77
Tabel 4.14 Konversi Hasil Perhitungan DPMO dengan Tabel <i>Six Sigma</i>	78
Tabel 4.15 Tabel Sumber Cacat dan Saran Perbaikannya	83

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Diagram Pareto Produk <i>defect</i>	2
Gambar 2.1 Siklus DMAIC	21
Gambar 2.2 Langkah-langkah <i>Lean Six Sigma</i>	29
Gambar 2.3 Diagram Kendali <i>Demerit</i>	31
Gambar 3.1 Diagram Alur Metodologi Penelitian	37
Gambar 4.1 <i>Flowchart</i> Proses produksi Aqua 220ml	42
Gambar 4.2 <i>Value Stream Mapping</i> Proses Produksi	45
Gambar 4.3 Proses <i>Mapping</i> Produksi Aqua <i>cup</i> 220ml	50
Gambar 4.4 Diagram SIPOC Aqua <i>cup</i> 220ml	51
Gambar 4.5 Peta Kendali pada <i>Defect Lid</i> Tidak Rata	55
Gambar 4.6 Peta Kendali pada <i>Defect Cup</i> Kosong Tanpa <i>Lid</i>	57
Gambar 4.7 Peta Kendali pada <i>Defect Lid</i> Miring	59
Gambar 4.8 Peta Kendali pada <i>Defect</i> Kotor Air	61
Gambar 4.9 Peta Kendali pada <i>Defect</i> Volume Kurang	63
Gambar 4.10 Peta Kendali pada <i>Defect Lid</i> Bocor Halus	65
Gambar 4.11 Peta Kendali pada <i>Defect Lid</i> Tidak <i>Tersealing</i> Sempurna	67
Gambar 4.12 Peta Kendali pada <i>Defect Cup</i> Bocor	69
Gambar 4.13 Peta Kendali pada <i>Defect Filler</i> Isi	71
Gambar 4.14 Peta Kendali pada <i>Defect Cup</i> Isi Tanpa <i>Lid</i>	73
Gambar 4.15 Grafik Nilai Sigma Aqua Kemasan <i>cup</i> 220ml	79

Gambar 4.16 Histogram Tingkat Kecacatan Produk Aqua 220ml	80
Gambar 4.17 Diagram <i>Fishbone Defect</i> Produk Aqua 220ml	81

DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 2.1 Rumus Perhitungan Nilai DPMO	25
Persamaan 2.2 Rumus Perhitungan Nilai Kapabilitas Proses	26
Persamaan 2.3 Rumus Penentuan Batas Kendali Atas (UCL)	30
Persamaan 2.4 Rumus Penentuan Batas Kendali Rata-rata (U)	31
Persamaan 2.5 Rumus Penentuan Batas Kendali Bawah (LCL)	31
Persamaan 2.6 Rumus Perhitungan Nilai σ_u^{\wedge}	31
Persamaan 4.1 Perhitungan Nilai TOP (<i>Total Oppurtunity</i>)	77
Persamaan 4.2 Perhitungan Nilai DPO (<i>Defect per Oppurtunity</i>)	77
Persamaan 4.3 Perhitungan Nilai DPMO (<i>Defect per Million Oppurtunity</i>)	77
Persamaan 4.4 Perhitungan Nilai <i>Sigma</i>	77

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran I Data *Defect* Produk Aqua *cup* 220ml

Lampiran II Data Jumlah Produksi Aqua *cup* 220ml

Lampiran III Jam Kerja PT Tirta Investama Langkat

Lampiran IV Surat Izin Riset

Lampiran V Hasil Wawancara

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Ilmu pengetahuan dan teknologi yang berkembang pesat serta pengaruh globalisasi mengakibatkan perubahan besar dalam bisnis, baik industri manufaktur ataupun perdagangan barang dan jasa. Prinsip era pasar bebas yang tidak membatasi perdagangan antar negara menjadi sebab produk negara-negara lain masuk dengan bebas ke Indonesia. Sama halnya produk-produk asal Indonesia dapat dijual bebas ke negara lain. Hal ini yang memicu terjadinya persaingan yang ketat pada tingkat produsen (perusahaan) dalam menawarkan produknya ke konsumen. Salah satunya dalam bidang industri air minum dalam kemasan, dimana industri ini berkembang pesat dengan munculnya berbagai merek produk air minum dalam kemasan yang beredar diseluruh Indonesia. Selain itu, munculnya era pasar bebas ini menyebabkan konsumen lebih selektif dalam hal memilih produk. Oleh karena itu, diperlukan kualitas produk yang tinggi agar produk yang dihasilkan agar dapat memenuhi keinginan konsumen sehingga perusahaan tetap dapat bertahan dan mampu bersaing dengan perusahaan sejenis.

Kualitas merupakan upaya dari produsen untuk memenuhi kepuasan pelanggan dengan memberikan apa yang menjadi kebutuhan, ekspektasi, dan bahkan harapan dari pelanggan, dimana upaya tersebut terlihat dan terukur dari hasil akhir produk yang dihasilkan (Hendy Tanady, 2013). Dengan kata lain, kualitas merupakan satu jaminan yang harus diberikan dan dipenuhi perusahaan kepada konsumennya. Demikian juga kualitas menjadi faktor penting bagi konsumen dalam memutuskan pembelian suatu produk yang lebih berkualitas dari perusahaan tertentu daripada pesaing yang lainnya.

Salah satu usaha pengendalian kualitas yang dapat dilakukan perusahaan untuk menjaga, mempertahankan serta meningkatkan kualitas produknya adalah

dengan melakukan pengendalian terhadap tingkat kerusakan produk (*product defect*) sampai pada tingkat kerusakan nol (*zero defect*). Reksohadiprojo dalam bukunya mengatakan pengendalian kualitas merupakan alat penting bagi manajemen untuk memperbaiki kualitas produk jika diperlukan, mempertahankan kualitas, serta mengurangi jumlah barang yang rusak (Reksohadiprojo, 2000). Nyatanya, meskipun proses produksi telah dilaksanakan dengan baik, masih saja ditemukan ketidaksesuaian produk yang dihasilkan, dimana kualitas produk hasil tidak sesuai dengan standar (mengalami kerusakan / cacat) yang telah ditetapkan. Hal tersebut terjadi karena adanya sebab-sebab penyimpangan dari berbagai faktor baik yang berasal dari bahan baku (*material*), tenaga kerja, ataupun kinerja dari fasilitas mesin yang digunakan pada proses produksi. Maka dari itu, salah satu usaha yang dapat dilakukan perusahaan agar kegiatan produksi berjalan secara efektif dan efisien adalah dengan adanya pengendalian kualitas yang baik. Masalah pengendalian kualitas merupakan faktor yang dapat menentukan keberhasilan atau kegagalan suatu usaha, baik buruknya suatu produk akan dapat diidentifikasi dengan adanya kegiatan pengendalian yang mengarah pada perbaikan kualitas dari produk yang dihasilkan. Perusahaan-perusahaan yang bergerak dalam kegiatan proses produksi suatu barang harus tetap memberikan perhatian terhadap kegiatan pengendalian kualitas, terlebih perusahaan yang bergerak dalam industri air minum dalam kemasan (AMDK).

PT. Tirta Investama Langkat sebagai produsen air minum dalam kemasan sangat berupaya dalam menjaga kualitas produknya, terbukti dengan telah dilakukannya proses pengendalian yang diperlihatkan pada grafik dibawah ini.



Gambar 1.1 Diagram Pareto Produk *defect*

Dari grafik terlihat bahwa produk *defect* yang dihasilkan masih banyak. Hal ini terjadi karena disebabkan beberapa faktor. Oleh karena itu, dengan menerapkan metode pengendalian yang tepat, diharapkan perusahaan dapat mengurangi produk *defect* yang dihasilkan. Metode *lean six sigma* sebagai salah satu metode yang dapat digunakan untuk memonitor proses produksi dan mengidentifikasi *waste* (cacat) dengan melakukan pengamatan pada proses produksi secara langsung, sehingga dapat mencapai standar *sigma* yang baik agar target produksi terpenuhi. Sedangkan *lean* sendiri merupakan suatu pendekatan sistemik dan sistematis untuk mengidentifikasi dan menghilangkan pemborosan atau aktivitas - aktivitas yang tidak bernilai tambah. Pemborosan yang dimaksud terdiri dari tujuh jenis pemborosan, yaitu *overproduction*, *waiting*, *transportation*, *overprocessing*, *inventory*, *motion* and *defect* (Gasperz, 2007).

Six sigma merupakan pendekatan menyeluruh untuk menyelesaikan masalah dan peningkatan proses melalui tahap DMAIC, yaitu *define*, *measure*, *analyze*, *improve*, dan *control*. *Lean six sigma* merupakan kombinasi antara *lean* dan *six sigma* yang merupakan pendekatan sistemik dan sistematis untuk mengidentifikasi dan menghilangkan pemborosan atau aktivitas - aktivitas yang tidak bernilai tambah melalui peningkatan terus menerus untuk mencapai tingkat kinerja enam sigma, dengan cara memproduksi produk air minum dalam kemasan *cup* 220 ml dan informasi untuk mengejar keunggulan dan kesempurnaan berupa hanya memproduksi produk dengan 3,4 cacat untuk setiap satu juta kesempatan atau operasi.

Telah banyak dilakukan penelitian seputar pengendalian kualitas diantaranya penelitian yang dilakukan oleh Primastuti (2014) yang membahas tentang pengontrolan kualitas produk menggunakan metode diagram kontrol *multivariat np* (mnp) dalam usaha peningkatan kualitas pada PT CCAI Semarang. Diperoleh bahwa proses produksi pada fase II belum terkendali karena terdapat 10 data pengamatan yang *out of control*, meskipun pada fase I telah terkendali setelah dilakukan penanganan, namun secara keseluruhan proses produksi belum stabil. Sedangkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Nasution (2018) mengenai

pengendalian mutu produksi air mineral di PT Tirta Sibayakindo (*Danone Aqua Group*) menggunakan peta kendali *variabel \bar{x} bar s chart* periode september-desember 2017 telah terkendali dan sesuai dengan standar pengendalian proses. Akan tetapi, kedua metode yang digunakan dalam penelitian tersebut hanya dapat menggambarkan bahwa suatu proses produksi telah terkendali atau belum secara statistik.

Oleh karena itu, berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Purwani, Eka (2012) yang membahas tentang keterlambatan proses *service* akibat prosedur *service* yang ada belum efisien. Maka perlu dirancang standarisasi peta proses *service* untuk menentukan durasi waktu optimal untuk tiap aktivitas dalam sebuah proses *service*. Dalam pelaksanaannya, penelitian ini dilakukan dengan studi kasus *Divisi Recovery* pada sebuah perusahaan kontraktor telekomunikasi. Berdasarkan studi kasus ini, waktu optimal proses *service* disebut sebagai *Mean Time to Recovery* (MTTR). Penelitian ini menggunakan pendekatan *Lean Six Sigma* untuk memperbaiki aliran proses *service* dengan tahapan DMAIC. Hasil yang didapat adalah faktor-faktor yang berpengaruh dalam kecepatan proses *service* dan peta proses *service* baru dengan MTTR yang lebih optimal namun tetap merepresentasikan kondisi lapangan.

Kemudian, penelitian yang dilakukan oleh Chakraborty, Ripon Kumar & Tarun Kumar Biswas & Iraj Ahmed (2013) membahas tentang peningkatan produktivitas dan kualitas produk dengan menggunakan *Lean Manufacturing* dan *Six Sigma* pada industri pengolahan makanan di Bangladesh. *Six Sigma* digunakan untuk mengurangi variabilitas proses pada industri pengolahan makanan di Bangladesh. Model DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) digunakan untuk mengimplementasikan filosofi *Six Sigma*. Model DMAIC harus dilakukan secara terstruktur setahap demi setahap. *Tools* lain dari *Total Quality Management*, *Statistical Quality Control* dan *Lean Manufacturing* seperti *Function Deployment*, *P Control Chart*, *Fishbone Diagram*, *Analytical Hierarchy Process* digunakan dalam tahapan yang berbeda dari model DMAIC. Variabilitas proses telah dicoba untuk mengurangi cacat dengan mengidentifikasi akar penyebab dari

cacat. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk membuat proses perampingan produksi dan peningkatan level *sigma*.

Dari metode-metode yang digunakan dalam penelitian yang telah disebutkan diatas, dapat dilihat bahwa metode pengklasifikasian jenis cacat produk menurut kepentingan cacatnya yaitu metode *Lean Six Sigma* atau yang telah disebutkan sebagai metode DMAIC. Oleh sebab itu, penulis tertarik untuk melakukan penelitian tingkat kualitas produk di perusahaan dengan metode *lean six sigma* dengan judul, **“Penerapan Metode *Lean Six Sigma* dan Diagram Kendali Demerit Sebagai Upaya Meminimumkan Cacat Produk”**.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan diatas, produk cacat yang dihasilkan setelah proses produksi dapat mengurangi jumlah *output* produksi. Jumlah produk cacat yang dihasilkan harus dikendalikan secara statistik. Oleh karena itu penulis merumuskan masalah yang akan dibahas pada penelitian ini, yaitu bagaimana menganalisis tingkat kualitas produk air mineral kemasan *cup* Aqua 220 ml dengan metode *Lean Six Sigma* dan menggunakan Diagram *Demerit* (*u-chart*) agar produk cacat yang dihasilkan dapat diminimumkan.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini hanyalah pada bagian *quality control* produksi air minum dalam kemasan *cup* Aqua 220 ml, tidak membahas masalah biaya produksinya, serta tindakan perbaikan hanya dilakukan sebatas usulan.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui cara meminimumkan cacat produk dengan metode *Lean Six Sigma* dan diagram kendali demerit pada air mineral kemasan *cup* Aqua 220 ml dengan studi kasus perusahaan air minum.

1.5 Manfaat Penelitian

Dengan diadakannya penelitian ini, penulis berharap bahwa skripsi ini bermanfaat untuk:

1. Bagi peneliti:

Menambah wawasan sebagai pertimbangan dan pengembangan ilmu yang didapatkan serta memberikan pengetahuan tentang pengendalian kualitas menggunakan metode *lean six sigma* dapat bermanfaat untuk mengendalikan tingkat kecacatan produk yang terjadi pada perusahaan.

2. Bagi perusahaan:

Memberikan manfaat bagi perusahaan sebagai bahan masukan yang berguna dalam menentukan strategi pengendalian kualitas yang dilakukan oleh perusahaan dimasa yang akan datang sebagai upaya peningkatan produksi menjadi lebih baik lagi.

3. Bagi pembaca:

Manfaat penelitian ini bagi pembaca adalah sebagai literatur untuk pengembangan teori terkait serta memberikan arahan dan tambahan referensi bagi kalangan akademisi untuk keperluan studi dan penelitian selanjutnya mengenai topik permasalahan yang sama.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Definisi Pengendalian

Pengendalian menurut G.R Terry pengendalian adalah: *“controlling can be defined as the process of determining what is to be accomplished, that is the standard; what is being accomplished, that is the performance, evaluating the performance and if necessary applying corrective measure so that performance take place according to plans, that is, in conformity with the standard.* Artinya: Pengendalian dapat didefinisikan sebagai proses penentuan, apa yang harus dicapai yaitu standar, apa yang sedang dilakukan yaitu pelaksanaan, menilai pelaksanaan dan apabila perlu melakukan perbaikan-perbaikan, sehingga pelaksanaan sesuai dengan rencana yaitu selaras dengan standar” (Malayu Hasibuan, 2016).

Dari definisi ahli diatas, dapat disimpulkan bahwa pengendalian adalah suatu proses pemantauan dan observasi seluruh aktivitas untuk memastikan semua berjalan semestinya seperti yang telah direncanakan.

Pengendalian sangat penting dilakukan karena dengan dilakukan pengendalian maka semua aktivitas yang dilakukan oleh seluruh karyawan berada dalam pemantauan dan pengawasan sehingga dapat mencapai tujuan dan standar yang ingin dicapai. Pengendalian tidak hanya digunakan untuk menemukan kesalahan, akan tetapi juga berusaha untuk menghindari kemungkinan terjadinya kesalahan dan memperbaikinya. Maka dari itu pengendalian dilakukan sebelum proses, saat proses, dan setelah proses itu sendiri hingga hasil akhir diketahui.

2.2 Definisi Kualitas

Kualitas merupakan salah satu fokus penting dalam suatu perusahaan. Kualitas juga merupakan faktor utama untuk konsumen dalam menentukan pemilihan produk. Tujuan perusahaan dibentuk adalah untuk menghasilkan suatu

produk atau jasa yang bisa digunakan dan disukai konsumen. Sebuah produk atau jasa dapat disukai konsumen bila produk tersebut memiliki kualitas yang baik.

Berdasarkan buku yang berjudul *Manajemen Operasi* Heizer & Render (2009:52) mendefinisikan pengertian kualitas sebagaimana dijelaskan oleh *American society for Quality*, yaitu: “*Quality is the totality of features and characteristic of a product or service that bears on its ability to satisfy stated or implied need*”. Yang berarti kualitas adalah seluruh fitur dan karakteristik produk atau jasa yang mampu memuaskan kebutuhan yang terlihat atau tersamar.

Dan para ahli lainnya yang bisa disebut sebagai para pencetus kualitas juga mempunyai pendapat yang berbeda tentang pengertian kualitas, Prawirosentono (2007:32) berpendapat bahwa “Suatu kondisi fisik, sifat, dan kegunaan suatu barang yang dapat memberikan kepuasan konsumen secara fisik maupun psikologis, sesuai dengan nilai uang yang dikeluarkan.”

Menurut (Feigenbaum AV,1992) Kualitas dari produk (barang/ jasa) merupakan faktor dasar kepuasan konsumen dalam menentukan produk yang akan dibeli atau dipakai. Sehingga kualitas dari produk merupakan faktor kunci bagi keberhasilan perusahaan. Faktor-faktor mempengaruhi kualitas atau dapat disebut dengan 9M yang meliputi: *Market* (pasar), *Money* (uang), *Management* (manajemen), *Man* (manusia), *Motivation* (motivasi), *Material* (bahan), *Machines and Machanization* (mesin dan mekanisasi), *Modern Information Methods* (metode informasi modern), *Mounting Product Requirements* (persyaratan proses produksi).

Merujuk pendapat-pendapat para ahli diatas, dapat disimpulkan secara umum kualitas adalah kesesuaian produk atau jasa yang bertujuan untuk memuaskan konsumen atau sesuai dengan kebutuhan konsumen tersebut.

Menurut Garvin ada delapan dimensi kuitas yang dapat digunakan untuk menganalisis karakteristik kualitas suatau produk, yaitu sebagai berikut:

1. Performa (*performance*)

Berhubungan dengan nilai fungsional sebuah produk yang digunakan sebagai pertimbangan konsumen untuk membeli produk tersebut. Misalnya, performansi dari produk makanan adalah rasa, tampilan, higienitas, harga dan porsi.

2. Keistimewaan (*features*)

Features adalah ciri-ciri atau keistimewaan tambahan sebagai pelengkap. Keistimewaan merupakan aspek kedua dari performansi yang menambah fungsi dasar, berkaitan dengan pilihan-pilihan dan pengembangan. Contohnya *features* untuk produk penginapan adalah memberikan bonus isian makanan atau minuman pada setiap kamar, booking kamar melalui aplikasi atau telepon, pemberian potongan harga untuk pemesanan berikutnya.

3. Keandalan (*reliability*)

Berhubungan dengan kuatnya sebuah produk dalam situasi atau kondisi tertentu diluar dugaan. Dengan demikian keandalan merupakan karakteristik yang merefleksikan kemungkinan tingkat keberhasilan dalam penggunaan suatu produk, misalnya keandalan sepeda gunung adalah kekuatan saat melewati jalan terjal.

4. Konformansi (*conformance*)

Konformansi meletakkan standar dimana karakteristik desain produk dan karakteristik operasi memenuhi standar yang telah ditetapkan, serta sering didefinisikan sebagai konformansi terhadap kebutuhan (*conformance to requirements*). Karakteristik ini mengukur banyaknya atau persentase produk yang gagal memenuhi sekumpulan standar yang telah ditetapkan dan karena itu perlu dikerjakan ulang atau diperbaiki. Sebagai misal, apakah semua pintu mobil untuk model tertentu yang diproduksi berada dalam rentang dantoleransi yang dapat diterima: $\pm 0,01$ inci.

5. Daya Tahan (*durability*)

Merupakan ukuran masa pakai suatu produk. Karakteristik ini berkaitan dengan daya tahan dari produk itu. Contohnya, pelanggan akan membeli AC dengan daya tahan dingin yang awet serta tidak mudah rusak sehingga tidak perlu dilakukan servis terlalu sering.

6. Kemampuan Pelayanan (*service ability*)

Merupakan karakteristik yang berkaitan dengan kecepatan/kesopanan, kompetensi, kemudahan, serta akurasi dalam perbaikan. Sebagai misalnya, saat ini banyak perusahaan otomotif yang memberikan pelayanan perawatan atau

perbaikan mobil sepanjang hari (24 jam) atau permintaan pelayanan melalui telepon dan perbaikan mobil dilakukan dirumah.

7. Estetika (*aesthetics*)

Keindahan suatu produk dengan penilaian subjektif dari pelanggan. Misalnya pembeli akan membeli baju dengan desain yang elegan untuk acara resmi dibandingkan baju dengan desain biasa.

8. Kualitas yang dipersepsikan (*perceived quality*)

Bersifat subjektif, berkaitan dengan perasaan pelanggan pada saat membeli produk, seperti meningkatkan harga diri. Hal ini dapat juga berupa karakteristik yang berkaitan dengan reputasi (*brand name-image*). Misalnya, seorang kan membeli hp bermerk *i-phone* karena reputasi *i-phone* yang menengah keatas padahal belum tentu kualitasnya lebih baik dari merk samsung dan lain sebagainya.

2.3 Pengendalian Kualitas

Menurut Gasperz pengendalian kualitas adalah penggabungan teknik serta aktivitas operasional yang dimaksudkan untuk memenuhi syarat standar sebuah kualitas (Rieka F Hutami, 2016).

Sedangkan menurut Ishikawa pengendalian kualitas adalah suatu bentuk pemeriksaan yang khusus dengan menggunakan metode tertentu yang digunakan untuk menganalisa, mengumpulkan data, pengendalian keputusan dalam proses produksi untuk mencapai kualitas produk berdasarkan spesifikasi yang telah ditentukan (Reza Maulana Malik, 2014).

Merujuk kepada penjelasan beberapa ahli tersebut dapat disimpulkan bahwa pengendalian kualitas adalah bentuk pemeriksaan menggunakan teknik atau metode tertentu dalam pengambilan keputusan untuk memenuhi standar kualitas yang telah di tentukan.

Pengendalian kualitas mencakup seluruh kegiatan produksi, dari awal perencanaan (*plan*), lalu pengimplementasian rencana tersebut menjadi kenyataan (*do*), dan melakukan peninjauan kembali untuk tahu sejauh mana kesesuaian antara hasil dengan rencana semula (*check*), yang selanjutnya dilakukan perbaikan yang

perlu apabila tidak tercapainya kesesuaian antara hasil dengan rencana (*action*). Keseluruhan dari langkah-langkah tersebut (*plan, do, check, action*) akan menjadi sebuah siklus pengendalian yang perkesinambungan satu dengan yang lainnya.

2.4 Kaitan Pengendalian Kualitas dengan Islam

Allah berfirman dalam Q.S. Al-kahfi/18: 84- 85.

إِنَّمَا كُنَّا لَهُ فِي الْأَرْضِ وَآتَيْنَاهُ مِنْ كُلِّ شَيْءٍ سَبِيلًا ﴿٨٤﴾ فَأَتَيْنَعُ سَبِيلًا ﴿٨٥﴾

Terjemahnya: Sesungguhnya kami telah memberi kekuasaan kepadanya di (muka) bumi, dan kami telah memberikan kepadanya jalan (untuk mencapai) segala sesuatu. Maka dia pun menempuh suatu jalan. (Q.S. Al-kahfi/18: 84-85).

Q.S. Al-Kahfi/18: 84-85 menerangkan bahwa Allah telah memberikan kepada manusia kekuasaan dengan menganugerahkan ilmu pengetahuan untuk mencapai segala sesuatu, serta mempermudah baginya sarana dan prasarana guna mencapai tujuannya. Dengan menggunakan pengendalian kualitas terhadap suatu produk barang atau jasa, maka akan dicapai hasil yang sesuai dengan harapan produsen maupun konsumen. Dan penjelasan tersebut mengisyaratkan bahwa dalam sistem produksi, misalnya memproduksi barang dengan kualitas bagus, dan bahan baku yang berkualitas baik, maka manusia diberi kemampuan untuk mendapatkan hasil yang berkualitas.

Rasulullah SAW dalam sabdanya juga menerangkan bahwa kualitas produk yang baik sangatlah penting karena tidak diperkenankan bagi seseorang menyembunyikan cacat/aib suatu produk atau jasa ketika melakukan transaksi jual beli yang mengakibatkan hilangnya keberkahan. Rasulullah SAW bersabda:

عن حَكِيمِ بْنِ جَرَّاحٍ رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُ قَالَ قَالَ رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ الْبَيْعَانِ بِاخْتِيَارٍ مَا لَمْ

يَتَقَرَّ قَالَ حَتَّى يَتَقَرَّ قَافِلَانِ صَدَقَا وَبَيَّنَّا بُوْرَكَ لُهُمَا فِي بَيْعِهِمَا وَإِنْ كُنَّا وَكَذَبَا مُحِقَّتْ بَرَكَةُ

بَيْعِهِمَا (رواه البخاري في الصحيح, كاب البيوع, باب اذا البيعان ولم يكتما ونصحا)

Dari Hakim bin Hizam RA, ia berkata, Rasulullah SAW bersabda, "Penjual dan pembeli masih boleh memilih (untuk meneruskan transaksi atau membatalkannya) selama mereka belum berpisah. Jika keduanya jujur dan menjelaskan apa adanya, maka keduanya diberkahi dalam jual belinya. Jika keduanya menyembunyikan (cacat) dan berdusta, maka akan dihapuslah berkah pada keduanya." (HR. Bukhari no. 1973 dan Muslim no. 1532).

2.5 Pengendalian Kualitas Proses Statistik

Pengendalian kualitas proses statistik (*Statistical Process control*) merupakan teknik penyelesaian masalah yang digunakan sebagai pemonitor, pengendali, penganalisis, pengelola, dan perbaikan proses dengan menggunakan metode-metode statistik untuk mengukur dan menganalisis variansi proses. Dengan pengendalian proses secara statistik maka dapat dilakukan analisis dan minimalisasi penyimpangan atau kesalahan, mengkuantifikasikan kemampuan proses, menggunakan metode-metode pendekatan statistik, serta membuat hubungan antara konsep dan teknik yang ada untuk mengadakan perbaikan proses. Kesalahan interpretasi dalam proses produksi dapat mengakibatkan penurunan kualitas produksi ataupun penambahan *cost* atau biaya produksi.

Sasaran pengendalian proses statistik yang paling utama adalah mengadakan pengurangan terhadap variasi dan kesalahan-kesalahan proses. Selain itu, tujuan utama dalam pengendalian proses statistik adalah mendeteksi adanya kesalahan proses melalui analisis data dari masa lalu maupun masa mendatang. Variasi proses sendiri terdiri dari dua macam penyebab, yaitu penyebab umum yang telah melekat pada proses dan penyebab khusus yang merupakan kesalahan yang berlebihan. Adapun manfaat dari penerapan pengendalian kualitas statistik adalah:

- a. Kualitas produk yang lebih beragam.
- b. Memberikan informasi kesalahan lebih awal.
- c. Mengurangi besarnya bahan yang terbuang sehingga menghemat biaya bahan.
- d. Meningkatkan kesadaran perlunya pengendalian kualitas.

- e. Menunjukkan tempat terjadinya permasalahan dan kesulitan.

Metode-metode pengendalian proses statistik yang paling umum digunakan adalah peta kendali (*control chart*). Peta kendali (*control chart*) adalah salah satu sekian banyak metode untuk memonitor proses dan mengendalikan kualitas. Metode-metode tersebut merupakan pengembangan metode untuk peningkatan dan perbaikan kualitas. Perbaikan kualitas terjadi pada dua situasi. Situasi pertama adalah ketika peta kendali dibuat dalam kondisi tidak stabil, yaitu kondisi yang terjadi di luar batas kendali karena sebab khusus, kemudian dicari tindakan perbaikan sehingga proses menjadi stabil. Sehingga, hasil yang diperoleh adalah dilakukan tindakan perbaikan proses. Kondisi kedua berkaitan dengan pengujian, yaitu suatu proses yang dikatakan berada dalam kendali statistik jika nilai pengamatan jatuh di antara garis UCL (*Upper Control Limit*) dan LCL (*Lower Control Limit*). Dalam kondisi ini, proses tidak memerlukan tindakan apapun sebagai perbaikan. Namun. Jika ada nilai pengamatan yang jatuh di luar batas UCL dan LCL, itu berarti ada proses yang tidak terkendali

2.6 Lean

Wilson (2010) menyebutkan bahwa sebuah proses dapat disebut *lean* apabila proses tersebut dapat berjalan dengan menggunakan bahan baku, investasi, *inventory*, dan tenaga kerja yang seminimal mungkin. Penggunaan sumber daya seminimal mungkin dapat dilakukan dengan melakukan pengurangan atau eliminasi terhadap kegiatan-kegiatan yang tidak memiliki nilai tambah, sehingga dapat meminimalkan *lead time*. *Lean* merupakan perbaikan proses, yang bermanfaat untuk perbaikan *safety*, kualitas, kecepatan, dan biaya dengan melakukan eliminasi terhadap *waste* (Mann, 2010). Tujuan dari konsep *lean* adalah mengeliminasi *waste* baik yang berupa waktu, usaha, maupun material, membuat produk sesuai dengan keinginan pelanggan, dan mengurangi biaya pada saat melakukan perbaikan (George, 2002).

Lean yang dikenal luas dalam dunia industri saat ini yang biasa juga disebut *Lean production*, *Lean manufacturing*, *Toyota Production system* dan lain-lain

merupakan suatu upaya terus-menerus untuk menghilangkan pemborosan (*waste*) serta upaya untuk meningkatkan nilai tambah (*value added*) dari produk atau jasa yang dihasilkan untuk memberikan nilai atau kepuasan untuk pelanggan (*Customer value*).

2.6.1 *Lean Improvement Tools*

Menurut George (2002), terdapat beberapa *tools* yang dapat digunakan dalam *lean improvement*, diantaranya adalah sebagai berikut:

1. *Value Stream Mapping (VSM)*

Value Stream Mapping (VSM) menggambarkan semua langkah-langkah proses (termasuk *rework*) yang terkait dengan proses transformasi kebutuhan pelanggan menjadi sebuah barang atau jasa, dan menunjukkan pertambahan nilai dari setiap aktivitas terhadap produk. Aktivitas yang memberikan nilai tambah disebut sebagai *value added activity*, sedangkan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah disebut sebagai *non value added activity*.

2. *Pull System*

Pull system atau disebut sebagai sistem kanban merupakan salah satu *lean improvement tools*, yang dilakukan dengan menggunakan *Work in Process (WIP)* tepat saat dibutuhkan sehingga *lead time* berada di bawah batas maksimum.

3. *Setup Reduction*

Waktu *setup* didefinisikan sebagai lama waktu yang dibutuhkan saat produk baik terakhir selesai sampai produk baik pertama keluar. Perbaikan dengan menggunakan *setup reduction* mampu mengurangi waktu *setup* sampai 80%. 4. *Total Productive Maintenance Total productive maintenance* dapat mengurangi kemungkinan mesin rusak (*downtime*) yang dapat mengganggu aktivitas mesin yang telah terjadwalkan.

2.6.2 Klasifikasi Aktivitas

Menurut Daneshgari & Wilson (2008) semua aktivitas dalam perusahaan dapat diklasifikasikan menjadi tiga kategori, yaitu:

1. Aktivitas *value added*, merupakan aktivitas yang diakui oleh pelanggan sebagai aktivitas yang memberikan nilai tambah terhadap produk sehingga produk tersebut sesuai dengan apa yang dibutuhkan oleh pelanggan.
2. Aktivitas *non value added but necessary*, merupakan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah terhadap produk bagi konsumen, namun sistem tidak dapat berjalan tanpa adanya kegiatan tersebut. Desain sistem yang tidak baik dapat menjadi salah satu penyebab adanya tipe aktivitas ini.
3. Aktivitas *non value added and not necessary*, termasuk *rework*, *error correction*, dan pemborosan (*waste*) lainnya dalam bentuk pekerja, biaya, ataupun material.

2.6.3 Waste

Dalam istilah Jepang pemborosan (*waste*) yang disebut *muda*, merupakan suatu aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah (*non-value added activities*) dan dikenal dalam kalangan praktisi dalam *Lean Manufacturing* sebagai “delapan pemborosan”. Dimana hal itu merupakan sekitar 95% dari semua biaya yang ada dalam produksi. Berikut ini merupakan jenis-jenis pemborosan yang ada pada proses produksi, diantaranya sebagai berikut:

Tabel 2.1 Jenis-Jenis Pemborosan

Jenis	Pemborosan (<i>Waste</i>)	Akar Penyebab (<i>Root Causes</i>)
1	<i>Transportation</i>	
	Membawa barang dalam proses (WIP) dalam jarak yang jauh, menciptakan angkutan yang tidak efisien, atau memindahkan material,	- <i>Poor Layout</i> - Ketidadaan koordinasi dalam proses - <i>Poor house keeping</i> - <i>Poor work place</i>

	komponen atau barang jadi kedalam atau keluar gedung atau antar proses sehingga dapat mengakibatkan waktu penanganan material bertambah.	- Lokasi penyimpanan material yang banyak dan saling berjauhan.
2.	<i>Inventories</i>	
	Kelebihan material, barang dalam proses, barang kadaluwarsa, barang rusak, peningkatan biaya pengangkutan dan penyimpanan, dan keterlambatan. Persediaan berlebih juga menyembunyikan masalah seperti ketidakseimbangan produksi, keterlambatan pengiriman dari pemasok, produk cacat, mesin rusak, dan waktu <i>set up</i> yang panjang.	<ul style="list-style-type: none"> - Peralatan yang tidak handal (<i>unreliable equipment</i>) - Aliran kerja yang tidak seimbang - Pemasok yang tidak kapabel - Peramalan kebutuhan yang tidak akurat. - Ukuran <i>batch</i> yang besar - <i>Long change-over time</i> (waktu pergantian yang panjang) .
3	<i>Motion/Movement</i>	
	Setiap gerakan karyawan atau operator yang mubazir saat melakukan pekerjaan seperti mencari, meraih atau menumpuk komponen, alat dan lain sebagainya.	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Poor work place organization</i> - <i>Poor layout</i> - Metode kerja yang tidak konsisten - <i>Poor machine design</i>
4.	<i>Waiting</i>	
	Para pekerja hanya mengamati mesin otomatis yang sedang berjalan dan menunggu proses selanjutnya, alat, lain sebagainya atau menganggur (<i>idle</i>) karena kehabisan material, keterlambatan proses, mesin rusak, dan <i>bottleneck</i> .	<ul style="list-style-type: none"> - Metode kerja yang tidak konsisten - <i>Long change-over time</i> (waktu pergantian yang panjang)

Jenis	Pemborosan (<i>Waste</i>)	Akar Penyebab (<i>Root Causes</i>)
5.	<i>Over Process</i>	
	Melakukan proses yang tidak efektif karena alat yang buruk dan rancangan produk yang buruk, menyebabkan gerakan yang tidak perlu dan memproduksi barang cacat. Pemborosan terjadi ketika membuat produk yang memiliki kualitas lebih tinggi daripada yang diperlukan.	<ul style="list-style-type: none"> - Ketidaktepatan dalam penggunaan peralatan - Pemeliharaan peralatan yang jelek - Gagal mengkombinasi operasi-operasi kerja - Proses kerja dibuat serial padahal proses-proses tersebut tidak tergantung satu sama lain. Yang sebenarnya dapat dibuat parallel.
6	<i>Over Production</i>	
	Memproduksi barang-barang yang belum dipesan, dan menimbulkan pemborosan seperti kelebihan tenaga kerja dan kelebihan tempat penyimpanan dan biaya transportasi	<ul style="list-style-type: none"> - Ketiadaan komunikasi - Sistem balas dan penghargaan tidak tepat - Hanya berfokus pada kesibukan kerja bukan untuk memenuhi kebutuhan pelanggan internal dan eksternal
7.	<i>Defective Product</i>	
	Memproduksi komponen cacat atau yang memerlukan perbaikan. Perbaikan atau pengerjaan ulang (<i>rework</i>), <i>scrap</i> , memproduksi barang pengganti, dan inspeksi berarti tambahan penanganan, biaya, waktu dan upaya yang sia-sia.	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Incapable processes</i> - <i>Insufficient planning</i> - Ketiadaan SOP

Jenis	Pemborosan (<i>Waste</i>)	Akar Penyebab (<i>Root Causes</i>)
<i>Defective Design</i>		
	Tidak memenuhi kebutuhan pelanggan, penambahan feature yang tidak perlu.	- <i>Lack of costumer input in design</i> - <i>Over design</i>
8.	Kreatifitas karyawan yang tidak dimanfaatkan	
	Kehilangan waktu, gagasan, keterampilan, peningkatan dan kesempatan belajar Karena tidak melibatkan atau tidak mendengarkan karyawan atau operator anda.	

Sumber Data Tabel : Gaspersz, 2007

2.7 Six Sigma

Sigma dalam statistik digunakan untuk merepresentasikan standar deviasi yang menyatakan suatu nilai simpangan terhadap nilai tengah dari hasil pengukuran terhadap suatu proses. Prinsip *six sigma* sendiri adalah perbaikan produk dengan melakukan perbaikan pada proses sehingga proses tersebut menghasilkan produk yang sempurna. *Six sigma* berorientasi pada kinerja jangka panjang melalui peningkatan mutu untuk mengurangi jumlah kesalahan, dengan sasaran target kegagalan nol (*zero defect*) pada kapabilitas proses sama dengan atau lebih dari *six sigma* dalam pengukuran standar deviasi.

Metode *six sigma* adalah proses yang mengaplikasikan metode statistik dan teknik mereduksi cacat sampai didefinisikan tidak lebih dari 3,4 cacat dari satu juta kesempatan untuk mencapai kepuasan pelanggan secara total. *Six sigma* memberikan nilai lebih pada pelanggan dan *stakeholders* dengan memfokuskan pada perbaikan kualitas dan produktivitas perusahaan (Gasperz, 2007). Menurut Heizer dan Render (Hirson Kurnia, 2015) pengertian *six sigma* adalah suatu program untuk menghemat waktu, memperbaiki kualitas, dengan menggunakan biaya yang rendah.

Disimpulkan dari pendapat beberapa ahli diatas, *six sigma* adalah sebuah metode yang digunakan untuk memperbaiki kualitas dan mengurangi biaya kualitas yang buruk.

Dalam implementasinya *six sigma* memiliki 2 submetode yaitu, metode DMAIC dan metode DMADV. Metode DMAIC (*define, measure, analyze, improve, control*) merupakan suatu metode yang bertujuan untuk meningkatkan proses sekarang yang sudah ada dan mencari jalan untuk melakukan peningkatan. Sedangkan metode DMADV (*define, measure, analyze, design, verify*) adalah suatu sistem yang bertujuan untuk menciptakan suatu proses baru dengan segala cara agar menghasilkan kinerja tanpa kesalahan, atau *zero deffect*. Metode ini dipakai untuk suatu produk atau proses baru (Gasperz,2010).

Keuntungan yang dapat diraih dengan menerapkan metode *six sigma* adalah pengoptimalan biaya, peningkatan produktivitas, pengurangan waktu siklus, meminimumkan cacat, serta pengembangan pada produk atau jasa. Berikut ini penjabaran keuntungan yang diperoleh dari penerapan metode *six sigma* yang ditulis Brue (2002) dalam bukunya:

1. *Cost*

Proses yang kurang efisien akan membutuhkan waktu yang lebih lama dan pemborosan terhadap sumber daya. Tentu saja hal ini akan memunculkan biaya yang tidak seharusnya dikeluarkan. Biaya yang timbul akibat proses yang kurang efisien disebut sebagai *Cost of Poor Quality* (COPQ). Penerapan *six sigma* mampu mereduksi variasi proses sehingga produk yang cacat dapat berkurang dan COPQ akan menurun.

2. *Customer satisfaction*

Six Sigma berfokus pada *Critical to Quality* (CTQ) yang merupakan keinginan dari pelanggan terhadap produk. *Six sigma* mampu melihat faktor kritis dari sebuah proses untuk mereduksi variasi proses sehingga kualitas produk menjadi seperti apa yang diinginkan oleh pelanggan.

3. *Quality*

Fokus dari *six sigma* adalah mereduksi variasi proses sehingga produk cacat akan berkurang. Hal ini menunjukkan bahwa kualitas baik dari proses atau produk tersebut akan menjadi lebih baik. Kualitas yang baik akan memberikan nilai tambah bagi perusahaan di mata pelanggan dan investor.

4. *Impact of Employees*

Penerapan *six sigma* akan berdampak positif bagi karyawan. Karyawan akan menjadi lebih termotivasi untuk melakukan pekerjaan dengan lebih baik untuk mendapatkan target yang telah ditetapkan. Selain itu, *six sigma* juga menanamkan budaya dan sikap kepada karyawan sehingga semua proses, produk, dan pelayanan sesuai dengan apa yang diinginkan oleh pelanggan.

5. *Growth*

Six sigma mampu mereduksi variasi proses, sehingga produk cacat yang dihasilkan semakin sedikit dan produk sesuai dengan keinginan pelanggan. Hal ini akan berpengaruh terhadap pendapatan perusahaan yang akan semakin meningkat.

6. *Competitive Advantages*

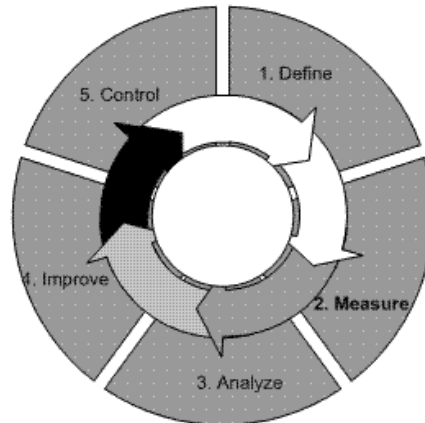
Sebuah perusahaan yang mampu mereduksi biaya, memenuhi keinginan pelanggan secara efektif dan efisien, memiliki kualitas yang baik akan memiliki keunggulan bersaing. Tingkat pencapaian sigma dapat dilihat dalam Tabel 2.2 berikut.

Level Sigma	DPMO	Yield
6-sigma	3,4	99,9997%
5-sigma	233	99,977%
4-sigma	6.210	99,379%

3-sigma	66.80	93,32%
2-sigma	308.537	69,2%
1-sigma	690.000	31%

Tabel 2.2 Sigma Level
Sumber: George, 2002

2.7.1 Metode DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*)



Gambar 2.1 Siklus DMAIC
Sumber : Basu & Wright, 2003

Metode DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) merupakan suatu proses yang bertujuan untuk melakukan peningkatan terus menerus sampai target *six sigma* (Nasution, 2015). Lima langkah yang harus dilakukan saat melakukan metode DMAIC adalah *define, measure, analyze, improve, control* seperti yang terlihat pada Gambar 2.1. Berikut penjelasannya masing-masing :

2.7.1.1. *Define*

Langkah awal dalam pelaksanaan metode *six sigma* adalah proses *define*, dimana manajemen perusahaan harus mengidentifikasi secara jelas problem yang dihadapi. Manajemen harus memetakan proses kegiatan guna memahami dan melokalisir masalah. Kedua, memilih alternatif tindakan untuk memecahkan masalah. Ketiga, perusahaan merumuskan tolak ukur atau parameter keberhasilan proyek yang dipilih mengingat luasnya ruang lingkup,

tingkat penyelesaian masalah sebagai sasaran yang ditargetkan, tersedianya perlengkapan, tenaga pelaksana, waktu dan biaya.

Menurut (M. Nur Nasution, 2015) tujuan *define* adalah untuk mengidentifikasi produk atau proses yang akan diperbaiki dalam menentukan sumber-sumber apa yang dibutuhkan dalam pelaksanaan proyek. Sebelum menentukan dan melangkah ke proses *define*, terlebih dahulu menentukan *potential project* yang layak dilakukan.

1. Diagram SIPOC (*Supplier, Inputs, Process, Outputs, Customer*)

Hal pertama yang dilakukan adalah membuat diagram SIPOC. Diagram SIPOC merupakan suatu diagram yang biasa digunakan dalam tahap *define* untuk memberi gambaran secara umum terhadap proses yang ada saat ini. Diagram SIPOC (*Supplier – Inputs – Process – Outputs – Customer*) adalah salah satu tools yang paling sering digunakan dalam penerapan *Six Sigma* atau peningkatan kualitas. Analisis SIPOC mencakup hal-hal berikut:

a. *Suppliers*

Orang atau bagian yang mencakup segala sesuatu yang menyediakan sumber daya sebagai *input* atau masukan terhadap proses

b. *Inputs*

Menentukan *material*, *service*, dan/atau informasi yang akan digunakan oleh suatu proses untuk menghasilkan *output* dan diberikan oleh *supplier*.

c. *Process*

Urutan dari suatu aktivitas atau proses yang ada, biasanya dilakukan dengan menambahkan *value* pada *input*.

d. *Outputs*

Hasil dari proses berupa produk, *service*, dan/atau informasi yang bernilai guna bagi *customer*.

e. *Customer*

Mencakup semua orang atau bagian yang menggunakan *output* yang berasal dari proses.

2. Identifikasi *Critical to Quality* (CTQ)

Critical to Quality digunakan untuk mengidentifikasi kebutuhan spesifik konsumen. CTQ adalah suatu cara pengukuran standar produk/proses yang harus sesuai dengan kepuasan pelanggan. Tingkat kepuasan konsumen dapat menjadi nilai tambah untuk mendapatkan CTQ. CTQ dapat ditentukan melalui penelitian atau eksperimen. Dari hasil penelitian lalu dipilih karakteristik apa saja pada proses yang menyebabkan timbulnya cacat sehingga produk yang diamati dinyatakan gagal. Menurut (M. Nur Nasution, 2015) CTQ dapat dikategorikan kedalam tiga kategori kepuasan sebagai berikut:

- a Penyebab ketidakpuasan, sesuatu yang diharapkan dalam produk. Contohnya pada sebuah mobil ada radio, pendingin, dan fitur keselamatan. Fasilitas tersebut tidak diminta pelanggan tetapi jika fasilitas tersebut tidak ada maka pelanggan kecewa dan merasa tidak puas.
- b Penyebab kepuasan, apa yang diinginkan pelanggan terpenuhi.
- c Pembuat senang, fitur baru yang tidak diharapkan pelanggan, misalnya adanya seperti tombol prakiraan cuaca, namun akan membuat pelanggan senang dan membuat persepsi mutu dari pelanggan menjadi lebih tinggi.

2.7.1.2. *Measure*

Langkah kedua yang dilakukan dalam peningkatan kualitas dengan metode *Six Sigma* adalah *measure*. Pada tahap ini akan dihitung DPMO (*Defect Per Million Opportunities*) dan *level sigma*. Untuk dapat mengetahui performansi kinerja perusahaan saat ini dihitung DPMO dan *level sigma*. Sebelum dilakukan perhitungan DPMO dan *level sigma*, perlu diketahui apakah proses berada pada *in control* atau tidak. Untuk mengetahui hal tersebut maka dilakukan pembuatan peta kendali.

1. Peta Kendali (*Control Chart*)

Pembuatan peta kendali dilakukan untuk mengetahui dan memonitor bagaimana sebuah proses berjalan. Dalam suatu proses pasti terdapat variasi. Pada dasarnya dikenal dua sumber atau penyebab timbulnya variasi, yaitu variasi penyebab khusus dan variasi penyebab umum. Menurut (Gasperz, 2010), jenis variasi tersebut adalah sebagai berikut:

a. Variasi penyebab khusus (*Special Causes of Variation*)

Variasi penyebab khusus (*special causes of variation*) adalah kejadian- kejadian diluar sistem yang mempengaruhi variasi dalam sistem. Penyebab khusus dapat disebabkan oleh manusia, material, lingkungan, metode kerja, dan lain-lain. Dalam peta kendali (*control chart*), jenis variasi ini ditandai dengan titik-titik pengamatan yang keluar dari batas-batas pengendalian yang didefinisikan (*defined control limit*).

b. Variasi penyebab umum (*Common Causes of variation*)

Variasi penyebab umum (*common cause of variation*) adalah faktor-faktor didalam sistem yang melekat pada proses dan menyebabkan timbulnya variasi sistem serta hasilnya. Penyebab umum sering disebut juga penyebab acak (*random causes*) atau penyebab sistem (*system causes*). Penyebab umum ini selalu melekat pada sistem, untuk menghilangkannya harus menelusuri elemen- elemen dalam sistem itu dan hanya pihak manajemen yang dapat memperbaikinya, karena pihak manajemen yang mengendalikan sistem itu. Dalam peta kendali (*contro chart*), jenis variasi ini ditandai dengan titik-titik pengamatan yang keluar dari batas-batas pengendalian yang didefinisikan (*defined control limit*).

Suatu proses akan dikatakan stabil apabila didalam proses tersebut hanya terdapat variasi penyebab umum saja. Apabila masih terdapat penyebab khusus, maka bisa dikatakan prose tersebut masih perlu untuk dilakukan perbaikan. Jenis peta kendali yang digunakan bergantung pada tipe datanya. Gasperz (2010) menjelaskan mengenai dua jenis data yaitu:

a. Data atribut (*attributes data*)

Merupakan data kualitatif yang dihitung menggunakan *tally* untuk pencatatan dan juga analisis. Contoh dari data atribut karakteristik kualitas adalah banyaknya jenis produk cacat pada produk, banyaknya goresan pada botol minum, dan lain- lain. Peta kendali yang digunakan pada jenis ini meliputi:

1. Peta kendali p ($p - chart$) untuk proporsi *defective*.
2. Peta kendali np ($np - chart$) untuk jumlah *defective item*.
3. Peta kendali c ($c - chart$) untuk jumlah *defect*.
4. Peta kendali u atau peta kendali *demerit* ($u - chart$) untuk jumlah *defect* per unit.

b. Data Variabel (*variable data*)

Data variabel yaitu data kuantitatif yang dapat diukur menggunakan alat ukur tertentu agar dapat di analisis. Contoh dari data variabel karakteristik kualitas adalah ukuran ujung depan dan ujung belakang, ketebalan dan lain-lain. Ukuran berat, panjang tinggi, lebar, diameter, volume merupakan data variabel. Peta kendali yang digunakan untuk data jenis ini adalah peta kendali \bar{x} dan R , atau peta kendali \bar{x} dan s .

2. Perhitungan DPMO dan Level *Sigma*

DPMO merupakan ukuran kegagalan dalam *six sigma* yang memperlihatkan kegagalan persejuta kesempatan. Pemahaman terhadap DPMO ini sangat penting dalam pengukuran keberhasilan pengaplikasian metode *six sigma*. Target pengendalian kualitas *six sigma* adalah 3,4 DPMO, yang memiliki arti bahwa dalam satu unit produk tunggal terdapat rata-rata hanya 3,4 kegagalan dari suatu karakteristik kritis (CTQ) setiap juta kesempatan (Gasperz,2010).

Rumus perhitungan DPMO

$$DPMO = \frac{\text{jumlah cacat}}{\text{unit yang diproduksi} \times CTQ} \times 1.000.000 \quad (2.1)$$

3. Mengkonversikan DPMO ke *sigma level*.

Nilai DPMO yang didapatkan kemudian dikonversikan dalam nilai *Sigma Level* menggunakan Tabel Konversi DPMO ke nilai *Sigma*. Sehingga diketahui sigma level yang dicapai pada proses produksi suatu produk. Menentukan nilai sigma juga bisa menggunakan rumus pada excel yaitu dengan cara: $Normsinv(1.000.000-DPMO/1.000.000) + 1.5$.

4. Kapabilitas Proses (C_p)

Kapabilitas proses (C_p) didefinisikan dengan sebagai rasio lebar spesifikasi terhadap sebaran proses, kemampuan proses membandingkan output *in-control process* dengan batas spesifikasi menggunakan *capability indeks*. Perumusan untuk perhitungan nilai indeks kapabilitas proses adalah sebagai berikut:

$$C_p = 1 - \bar{p} \quad (2.2)$$

Keterangan: C_p = proses capability

\bar{p} = nilai rata-rata DPU (*Defect per Unit*) / banyak data sampel.

Kapabilitas proses digunakan untuk melihat kapabilitas atau kemampuan proses. Indeks kapabilitas proses hanya layak dihitung apabila proses berada dalam pengendalian. Adapun kriteria pengendalian indeks kapabilitas proses sebagai berikut:

- Jika $C_p > 1.33$ maka kapabilitas proses sangat baik
- Jika $1.00 \leq C_p \leq 1.33$ maka kapabilitas proses baik, namun perlu pengendalian ketat apabila C_p mendekati 1.00
- Jika $C_p < 1.00$ maka kapabilitas proses rendah, sehingga perlu ditingkatkan kinerjanya melalui peningkatan proses.

2.7.1.3. *Analysis*

Langkah selanjutnya yang digunakan dalam meningkatkan kualitas dengan metode *six sigma* adalah *analyze*. Pada tahap ini dilakukan beberapa hal, diantaranya adalah menentukan prioritas perbaikan, mengidentifikasi sumber- sumber dan akar penyebab kegagalan dari suatu proses. Terdapat sejumlah alat bantu yang digunakan dalam tahap ini, yaitu *fishbone* diagram.

1. *Fishbone diagram*

Fishbone diagram (diagram tulang ikan – karena bentuknya seperti tulang ikan) sering juga disebut *ishikawa diagram* diperkenalkan oleh Dr. Kaoru Ishikawa, seorang ahli pengendalian kualitas dari jepang, sebagai satu cara untuk mengidentifikasi semua penyebab yang menghasilkan suatu *output* tertentu secara visual. Diagram sebab akibat ini dapat menunjukkan sumber- sumber dan akar penyebab permasalahan.

Diagram ini digunakan untuk desain produk dengan tujuan mencegah terjadinya *defect*, dengan menganalisis dan menetapkan faktor penyebab yang paling berpengaruh dalam terjadinya *defect*. Permasalahan yang akan diperbaiki diletakkan pada “kepala ikan” terbesar dalam diagram mewakili kategori penyebab utama. Menurut (Arini T. Soemohadiwidjojo, 2017) secara umum kategori-kategori pada diagram *fishbone* terdiri sebagai berikut:

- a *People*, adalah sumber daya manusia yang terlibat dalam proses.
- b *Method*, bagaimana proses dilaksanakan dan persyaratan spesifik apa saja yang dibutuhkan untuk melaksanakan proses tersebut seperti kebijakan, prosedur, peraturan perundangan.
- c *Machine*, yaitu bahan mentah, bahan baku, suku cadang, alat tulis, dan bahan- bahan lainnya yang digunakan sebagai *input* proses untuk membuat produk akhir.
- d *Measurement*, adalah data kuantitas atau kualitas kerja yang diperoleh dari proses yang digunakan untuk mengevaluasi mutu serta teknik yang digunakan untuk mengumpulkan data.
- e *Environment*, yaitu kondisi lokasi, waktu, suhu, dan budaya dimana proses beroperasi.

2.7.1.4. *Improve*

Langkah yang ke empat adalah *improve*. Pada tahap ini memberikan usulan perbaikan atau rencana tindakan yang dapat dilakukan setelah mengetahui sumber dan akar penyebab masalah-masalah yang ada. Pengembangan rencana tindakan merupakan salah satu aktivitas yang penting dalam melaksanakan peningkatan mutu melalui metode *six sigma*, oleh sebab itu setiap rencana tindakan harus memberikan alasan kegunaan mengapa rencana tindakan tersebut penting untuk di implementasikan, bagaimana mengimplemetasikan rencana tindakan tersebut, dimana rencana tindakan tersebut akan diimplementasikan, siapa yang akan menjadi penanggung jawab dari rencana tindakan tersebut apabila diterapkan, dan berapa besar biaya yang akan dibutuhkan untuk melaksanakan rencana tindakan tersebut, serta manfaat positif apakah yang dapat diterima oleh perusahaan dengan mengimplementasikan rencana tindakan tersebut.

2.7.1.5. *Control*

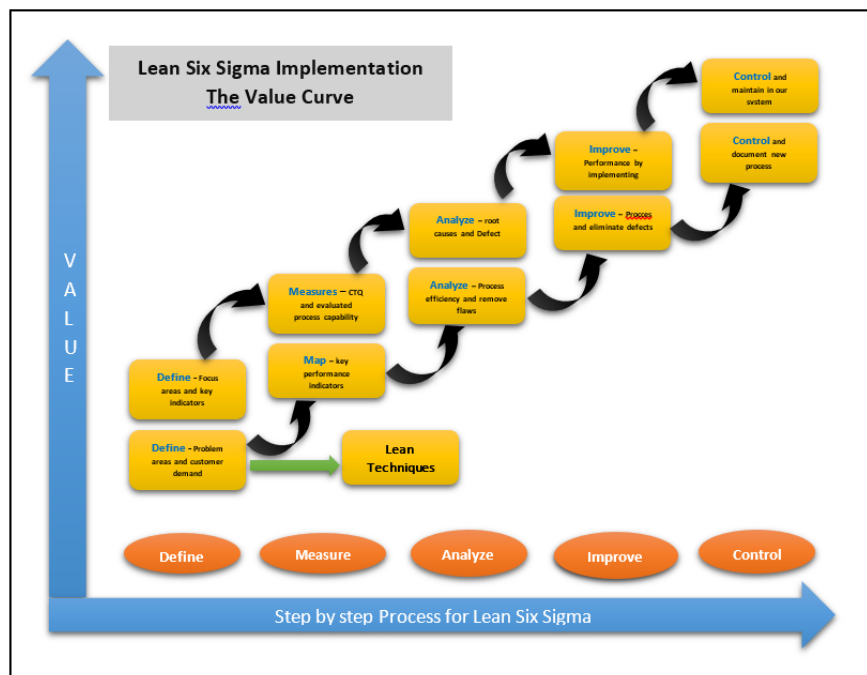
Tahap terakhir yang dilakukan adalah *control*. Pada tahap ini hasil-hasil peningkatan kualitas didokumentasikan dan dijadikan pedoman kerja standar, serta kepemilikan atau tanggung jawab ditransfer dari tim *Sigma* kepada pemilik atau penanggung jawab proses untuk memastikan kualitas produk atau jasa sudah mencapai standar proses yang sesuai pedoman kerja yang sudah ditingkat optimal.

2.8 *Lean Six Sigma*

Lean Six sigma merupakan suatu kombinasi antara *lean* dan *six sigma* yang dapat didefinisikan sebagai suatu filosofi bisnis, pendekatan sistemik dan sitematik untuk mengidentifikasi dan menghilangkan pemborosan (*waste*) atau aktivitas-aktivitas yang tidak bernilai tambah melalui peningkatan terus-menerus radikal untuk mencapai tingkat enam sigma, dengan cara mengalirkan produk dan informasi menggunakan sistem tarik (*pull*) dari pelanggan internal dan eksternal untuk mengejar keunggulan dan kesempurnaan berupa hanya memproduksi 3,4 produk cacat untuk setiap satu juta kesempatan atau produksi. Integrasi antara *lean*

dan *six sigma* akan meningkatkan kinerja bisnis serta industri melalui peningkatan kecepatan dan akurasi. Pendekatan *lean* bertujuan menyingkapkan *Non Value Added* dan *Value Added* serta membuat *Value Added* mengalir secara lancar sepanjang *value stream processes*, sedangkan *six sigma* akan mereduksi variasi *Value Added* tersebut (Gaspersz, 2011).

Dari perspektif pengukuran *six sigma* mewakili tingkatan kualitas dimana kesalahan paling banyak berjumlah 3,4 cacat per satu juta kemungkinan. Jika perusahaan sudah mencapai level 6 sigma berarti dalam proses tersebut mempunyai peluang untuk cacat atau melakukan kesalahan sebanyak 3,4 kali dari 1.000.000 kemungkinan.



Gambar 2.2 Langkah-langkah Lean Six Sigma

2.9 Diagram Kendali Demerit (*U-Chart*)

Diagram kendali adalah suatu metode yang secara grafis digunakan untuk memonitor dan mengevaluasi apakah suatu aktivitas / proses berada dalam pengendalian kualitas secara statistika atau tidak sehingga dapat memecahkan masalah dan menghasilkan perbaikan kualitas. Diagram kendali menunjukkan adanya perubahan data dari waktu ke waktu, tetapi tidak menunjukkan penyebab penyimpangan meskipun penyimpangan itu akan terlihat pada peta kendali.

Demerit berasal dari kata Bahasa Inggris yang berarti cela, kekurangan, kecacatan. Menurut Mitra (1993) dalam Ariani (2005), apabila dalam perusahaan terdapat berbagai macam tingkat kesalahan, maka perusahaan harus menggunakan peta kendali jenis kesalahan atau peta kendali *U* atau peta kendali *Demerit*.

Dalam proses pengendalian kualitas, berbagai jenis cacat yang ditetapkan perusahaan bisa saja terjadi dalam produk. Jenis cacat ini tidak semuanya penting, ada yang bisa ditolerir dan ada yang tidak bisa ditolerir sama sekali. Kondisi seperti inilah yang membuat harus adanya klasifikasi jenis cacat berdasarkan bobotnya dengan menggunakan metode peta kendali *demerit* (Montgomery, 2005).

Pola cacat produk secara umum berdasarkan bobot cacatnya menurut Grant dan Leavenworth (1988) tergantung pada keseriusan dari kecacatan yang berlainan dalam klasifikasi seperti berikut ini:

a) Cacat Kelas A (Kritis)

Unit akan menyebabkan kecelakaan yang tidak mudah untuk diperbaiki sehingga sama sekali tidak cocok untuk ditawarkan.

b) Cacat kelas B (Mayor)

Unit akan meningkatkan biaya perawatan dan bisa mengalami cacat operasional kelas A sehingga mengurangi daya hidup produk.

c) Cacat kelas C (Minor)

Nilai (\bar{u}) digambarkan sebagai garis tengah pada diagram kendali demerit. Sementara itu, nilai dari batas kendali dapat digambarkan sebagai BKA (batas kendali atas) dan BKB (batas kendali bawah).

$$UCL = \bar{u} + 3\sigma, \quad (2.3)$$

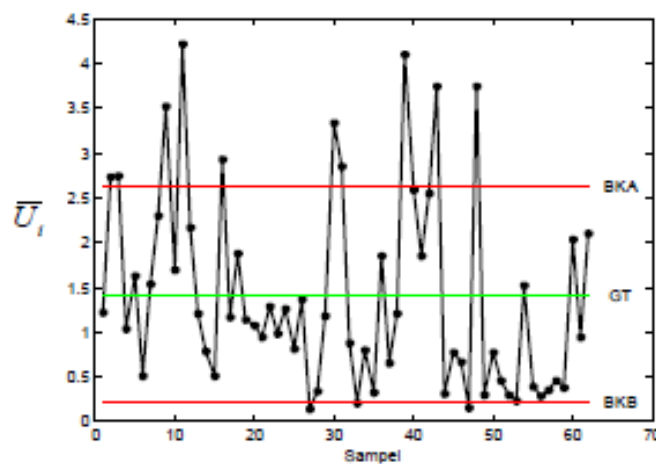
$$CL = \bar{u}, \text{ dan} \quad (2.4)$$

$$LCL = \bar{u} - 3\sigma \quad (2.5)$$

Dengan nilai σ_u adalah standar deviasinya, yaitu :

$$\sigma_u = \sqrt{\frac{w_A^2 \bar{u}_A + w_B^2 \bar{u}_B + w_C^2 \bar{u}_C}{n}} \quad (2.6)$$

Setelah dilakukan perhitungan terhadap UCL, CL, dan LCL selanjutnya dapat ditampilkan dalam diagram kendali *Demerit (U-chart)* seperti contoh gambar dibawah ini.



Gambar 2.3 Diagram *Demerit (U-chart)*

Bentuk peta kendali pada gambar di atas merupakan grafik suatu karakteristik kualitas yang telah diukur dan dihitung dari nomor sampel atau waktu. Peta kendali tersebut memuat:

- Sumbu tegak menyatakan karakteristik kualitas yang sedang diteliti.
- Sumbu mendatar menyatakan jumlah sampel yang diteliti dimulai dari sampel kesatu, kedua dan seterusnya.
- Garis sentral nilai baku yang menjadi pangkal perhitungan terjadinya penyimpangan hasil-hasil pengamatan dari tiap sampel.
- Garis bawah yang sejajar dengan garis sentral dinamakan *Lower Control Limit* (LCL) atau batas kontrol bawah, ini merupakan penyimpangan paling rendah yang diizinkan dihitung dari nilai baku.

- e. Garis atas yang sejajar dengan garis sentral dinamakan *Upper Control Limit* (UCL) atau batas kontrol atas, ini merupakan penyimpangan paling tinggi yang diizinkan dihitung dari nilai baku.

2.10 Air Minum Dalam Kemasan (AMDK)

2.10.1 Air Minum

Air merupakan komponen yang paling penting bagi makhluk hidup. Semua makhluk hidup memerlukan air dan sebagian besar tersusun oleh air. Seperti, didalam tumbuhan terkandung lebih dari 75% air dan didalam sel hewan terkandung lebih dari 67% air. Bagi manusia sendiri, 60% dari berat badan adalah air. Manusia dapat memenuhi kebutuhan cairan tubuh sehari-hari dengan mengkonsumsi air minum.

Air minum adalah air yang melalui proses pengolahan ataupun tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum (Kepmenkes Nomor 907 Tahun 2002). Terdapat beberapa persyaratan yang mesti dipenuhi agar air yang dikonsumsi tersebut benar-benar layak dan aman. Syarat dasarnya adalah harus terbebas dari bakteri dan kuman serta terhindar dari kontaminasi zat-zat yang berbahaya. Selama ini diketahui bahwa untuk membersihkan air dari bakteri maupun dari zat-zat lainnya adalah dengan merebus air tersebut hingga 100 °C terlebih dahulu sebelum dikonsumsi. Namun, kenyataannya, tindakan tersebut tidaklah benar-benar membersihkan air, sebab beberapa zat kimia terutama logam yang terlarut tidak dapat hilang meski telah dilakukan perebusan pada air. Oleh karena itu, metode filterisasi pada air dapat menjadi solusi untuk mengatasi hal tersebut.

Tetapi, dalam prakteknya dimasyarakat proses filterisasi guna menghasilkan air yang baik untuk konsumsi sangat rumit. Sedangkan air minum merupakan kebutuhan dasar yang harus dipenuhi dengan mempertimbangkan segi kualitasnya sesuai persyaratan yang telah ditetapkan. Kebutuhan air minum dapat terpenuhi dengan adanya produk air minum dalam kemasan yang saat ini diproduksi dalam jumlah besar.

2.10.2 Kualitas Air Minum Dalam Kemasan

Penyediaan air bersih tidak hanya dari segi pemenuhan kuantitas saja tetapi kualitas air pun harus memenuhi standar yang berlaku. Oleh karena itu air baku belum tentu memenuhi standar kualitas. Sebanyak 90% dari kasus penyakit diare yang menimpa masyarakat, terutama pada balita dan ibu hamil di negara berkembang salah satunya terjadi karena sumber air minum yang tidak berkualitas. Seperti yang terjadi di Bangladesh, sekitar setengah dari 12 juta air sumur di negara tersebut dipastikan telah terkontaminasi oleh zat arsenik. Hal ini terjadi dikarenakan sumur-sumur tersebut tidak digali cukup dalam (kurang dari 100 meter) sehingga zat-zat seperti arsenik menjadi pekat. Padahal, pada tahun 1980-an, United Nation (PBB) berasumsi bahwa air dalam tanah lebih sehat daripada air yang berasal dari sungai dan kanal. Namun nyatanya air tersebut memungkinkan terkontaminasi arsenik dan florida.

Di Indonesia sendiri, permasalahan yang sering muncul terkait masalah kualitas air minum tidak berasal dari faktor air tanah (air sumur) yang terkontaminasi oleh oleh florida dan arsenik. Berdasarkan hasil survei Nazava bersama Departemen Kesehatan Republik Indonesia dan Universitas ITB Bandung, masalah kualitas air minum di Indonesia meliputi kontaminasi bakteri, besi, mangan, dan intrusi, air laut (TDS tinggi) serta gambut. Sementara untuk zat arsenik, meski sempat terdapat laporan kontaminasi arsenik pada beberapa sumur di Sumatera Selatan, namun sejauh ini, menurut Kementerian Kesehatan, kontaminasi arsenik sangat jarang terjadi pada sumur di luar daerah pertambangan.

Khususnya untuk air minum dalam kemasan atau yang sering disebut dengan air mineral harus memenuhi standar baku mutu yang ditetapkan oleh kementrian kesehatan Republik Indonesia sebelum di pasarkan dan dikonsumsi oleh para konsumen. Berikut ini adalah kriteria air minum yang aman untuk dikonsumsi:

1. Jernih, tidak berbau dan berasa

Air yang keruh dan berwarna menandakan adanya zat atau bahan berbahaya di dalamnya, baik organik maupun anorganik. Selain itu, air yang berbau juga bisa menandakan terdapat pembusukan zat organik seperti bakteri, kuman penyebab

penyakit atau bahkan karena pencemaran lingkungan. Kualitas air minum sehat seharusnya tidak berasa atau tawar. Bila berasa, artinya air minum tersebut mengandung zat organik atau bakteri.

2. Memenuhi persyaratan kimia

Air yang memiliki kualitas baik harus memiliki kadar pH normal. Selain itu juga tidak mengandung bahan kimia beracun, bahan organik, serta bebas dari garam atau logam lainnya.

3. Bebas dari bakteri

Agar layak dikonsumsi, air minum sudah sepatutnya tidak mengandung bakteri penyebab penyakit di saluran pencernaan seperti bakteri golongan *E. coli*, *Salmonella typhii* dan *Vibrio cholera*.

Selain beberapa kriteria diatas, melakukan kontrol pada proses produksi sangatlah penting untuk menghasilkan air yang berkualitas baik. Dimulai dari sumber air yang terlindungi, proses produksi, pengemasan, distribusi hingga sampai produk keluar dari pabrik. maka dengan melakukan beberapa tahapan dan penjagaan kualitas dapat dihasilkan air yang baik, sehat, dan layak konsumsi.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat penelitian

Tempat dilakukannya penelitian yaitu di PT Tirta Investama Langkat yang berlokasi di Jl. Namu Ukur Utara, Sei Bingai, Kabupaten Langkat, Sumatera Utara. Penelitian ini dilakukan dalam jangka waktu 7 bulan, yaitu mulai April 2020 hingga November 2020.

3.2 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian kualitatif. Penelitian kualitatif adalah penelitian yang mengembangkan nilai dan mengambil kesimpulan berdasarkan data dengan memanfaatkan teori yang ada sebagai bahan penjas. Penelitian kualitatif bertujuan untuk menjelaskan sebuah kejadian sedalam-dalamnya dengan mengumpulkan data yang sedalam-dalamnya pula, yang menunjukkan pentingnya kedalaman dan detail suatu data yang diteliti. Data yang diperlukan dalam melakukan penelitian kualitatif adalah dengan cara melakukan wawancara langsung kepada pihak terkait, melakukan pengamatan dan pengukuran secara langsung serta mengumpulkan data sekunder yang berasal dari data historis perusahaan.

3.3 Jenis dan Sumber Data

3.3.1 Jenis Data

Jenis data yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah dengan cara sebagai berikut:

1. Mengumpulkan data sekunder internal yang berasal dari dokumen (catatan) dari pihak PT Tirta Investama Langkat.
2. Mengumpulkan data primer dengan melakukan wawancara dengan pihak *quality control* produk di PT Tirta Investama Langkat, membuat daftar data-data yang dibutuhkan, melakukan pengamatan pada proses produksi

serta mengumpulkan dan mempelajari data-data historis perusahaan yang telah disetujui oleh pihak perusahaan yang berhubungan dengan proses produksi.

3.3.2 Sumber Data

Sumber data adalah subjek dari mana data diperoleh. Terdapat dua jenis sumber data, yaitu sumber data primer dan sumber data sekunder. Dalam penelitian ini sumber data yang digunakan ialah data primer dan data sekunder (Zuldafrial, 2012).

1. Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh dari pengamatan dan pengukuran secara langsung pada proses produksi air minum dalam kemasan *cup* Aqua 220 ml serta melakukan wawancara kepada beberapa pihak yang terkait untuk mendapatkan informasi yang lebih jelas.

2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari data historis perusahaan. Kemudian data yang telah dikumpulkan tersebut diolah dengan menggunakan metode yang telah ditentukan.

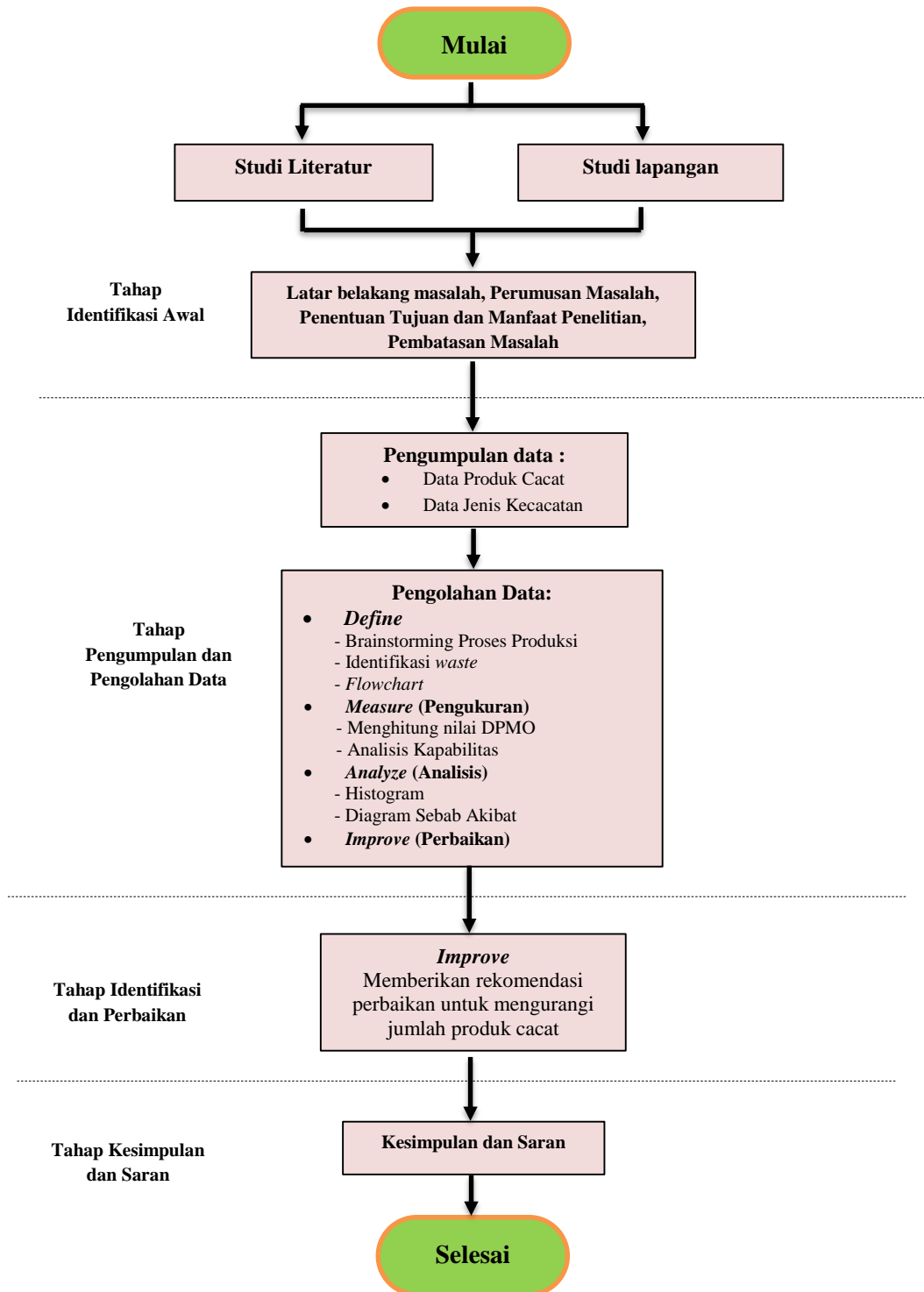
3.4 Variabel Penelitian

Variabel penelitian adalah konstruk atau sifat yang akan dipelajari yang mempunyai nilai yang bervariasi. Variabel adalah simbol atau lambang yang padanya diletakkan sembarang nilai atau bilangan (Kerlinger, 2006). Variabel penelitian yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

- n_i : Jumlah Produksi
- c_i : Jumlah Produk Cacat
- u_i : Jumlah Cacat Per Unit
- \bar{U} : Batas Tengah diagram Kendali
- UCL : Batas Atas Diagram Kendali
- LCL : Batas Bawah Diagram Kendali

3.5 Prosedur Penelitian

Prosedur yang dilakukan dalam pelaksanaan penelitian dimulai dari tahap awal yakni perumusan masalah dan penetapan tujuan sampai pada tahap akhir yakni kesimpulan dan saran. Berikut merupakan diagram alur dari metodologi penelitian yang digunakan.



Gambar 3.1 Diagram Alur Metodologi Penelitian

Berikut ini merupakan penjelasan secara rinci dari diagram alur pada gambar 3.1.

3.5.1 Tahap Identifikasi Awal

Tahap identifikasi awal merupakan tahap yang dilakukan pada awal penelitian. Tahapan ini meliputi:

1. Studi Literatur dan Studi Lapangan

Studi Literatur dilakukan dengan mempelajari teori-teori yang diperlukan dalam penelitian. Sejalan dengan studi literatur, dilakukan studi lapangan untuk mengetahui keadaan yang ada di perusahaan dengan melakukan pengamatan pada proses produksi Air Minum Dalam Kemasan *Cup* Aqua 220 ml serta melakukan wawancara langsung dengan pihak terkait guna memperoleh informasi yang dibutuhkan dalam penelitian supaya dapat mengetahui permasalahan yang terjadi dan metode yang sesuai untuk menyelesaikan permasalahan tersebut.

2. Identifikasi Permasalahan

Berdasarkan studi literatur dan studi lapangan yang telah dilakukan kemudian dapat diketahui apa permasalahan yang harus diselesaikan dan bagaimana masalah tersebut dapat diselesaikan sesuai dengan teori yang ada. Identifikasi permasalahan meliputi latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah serta penentuan tujuan dan manfaat dari penelitian.

3.5.2 Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data

Tahap selanjutnya adalah tahap pengumpulan dan pengolahan data, terdiri dari beberapa aktivitas yaitu:

1. Pengumpulan Data Perusahaan

Tahap pengumpulan data perusahaan dilakukan untuk memperoleh data dan informasi yang dibutuhkan untuk melaksanakan penelitian. Data yang diperoleh berupa data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dengan melakukan pengamatan langsung pada proses produksi dan

wawancara kepada pihak terkait untuk mendapatkan informasi yang lebih jelas. Sedangkan data sekunder diperoleh dari data-data historis perusahaan. Data yang diperoleh kemudian diolah dengan metode yang telah ditentukan.

2. *Define*

Adapun hal-hal yang dilakukan pada tahap *define* ini meliputi:

- a. Melakukan *breakdown* terhadap proses produksi dengan menggunakan diagram alur.
- b. Menggunakan *value stream mapping* untuk menggambarkan aliran fisik dan informasi perusahaan sehingga dapat diketahui segala aktivitas yang terjadi dalam perusahaan.
- c. Identifikasi *waste* yang ada pada proses produksi Aqua 220 ml dengan melakukan wawancara langsung kepada beberapa pihak yang terkait.

3. *Measure*

Pada tahap ini dilakukan perhitungan untuk melihat kondisi pada produksi Aqua 220 ml. Pada tahap ini dilakukan perhitungan kapabilitas proses untuk keseluruhan proses produksi.

3.5.3 Tahap Analisis dan Perbaikan

Setelah pengumpulan dan pengolahan data, langkah selanjutnya adalah melakukan analisis dan memberikan rekomendasi perbaikan untuk perusahaan. Tahap ini meliputi:

1. *Analyze*

Adapun hal-hal yang dilakukan pada tahap *analyze* ini meliputi:

- a. Melakukan analisis terhadap hasil *value stream mapping* perusahaan yang telah dibuat pada tahap *define*.
- b. Melakukan analisis terhadap identifikasi *waste* kritis.
- c. Melakukan analisis terhadap tiap jenis *defect* dan menemukan penyimpangan serta faktor yang menyebabkan kecacatan.

- d. Melakukan analisis terhadap kapabilitas proses saat ini.

2. *Improve*

Adapun hal-hal yang dilakukan pada tahap *improve* ini meliputi:

Memberikan rekomendasi perbaikan terhadap proses produksi Aqua 220 ml berdasarkan analisis yang telah dilakukan pada tahap sebelumnya.

3.5.4 Tahap Kesimpulan dan Saran

Pada tahap ini akan dilakukan penarikan kesimpulan dari penelitian ini yang mampu menjawab tujuan yang telah ditentukan. Penarikan kesimpulan ini didapatkan melalui hasil akhir dari serangkaian tahapan penelitian. Sedangkan saran dilakukan untuk memperbaiki penelitian yang akan dilakukan selanjutnya.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai tahapan *Six Sigma* yang terdiri dari *Define*, *Measure*, *Analyze*, dan *Improve* (DMAI). Keseluruhan analisis dan pembahasan yang dilakukan ditujukan untuk menjawab rumusan masalah dan tujuan masalah yang telah ditentukan pada bab sebelumnya.

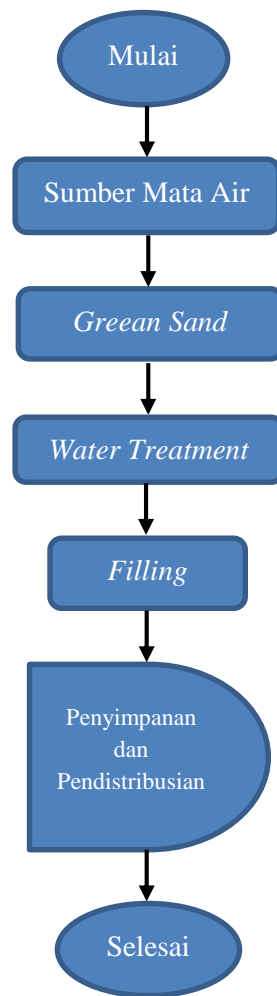
4.1 Pengolahan Data

4.1.1 *Define*

Pada tahapan ini akan dilakukan beberapa proses identifikasi agar dapat diketahui akar masalah dan dapat dilakukan proses pengendalian kualitas. Antara lain identifikasi produk dan *brainstorming* proses produksi dari proses awal pengambilan air dari sumber hingga penyimpanan produk jadi, identifikasi *value stream mapping* untuk memahami alur informasi dan *material* dalam sistem secara keseluruhan proses produksi, identifikasi *waste* sepanjang *value stream* untuk mengetahui kegiatan yang dapat menyebabkan *waste* sepanjang proses produksi, penentuan karakteristik kualitas (CTQ) untuk menemukan masalah-masalah terkait standar kualitas dan mendefinisikan penyebab-penyebab *defect* dalam proses produksi, dan yang terakhir adalah membuat proses *mapping* untuk mengetahui jalannya proses produksi.

4.1.1.1 Identifikasi Produk dan *Brainstorming*

Pada tahapan ini dilakukan identifikasi terhadap produksi air minum dalam kemasan *cup* aqua 220 ml. Berikut adalah alur proses produksi air minum dalam kemasan *cup* Aqua 220 ml.



Gambar 4.1 *Flowchart* Proses Produksi Aqua 220 ml.

Gambar 4.2 memperlihatkan alur proses produksi untuk produk Aqua *cup* 220 ml. berikut ini merupakan penjelasan secara rinci terkait alur proses produksi tersebut:

1. Sumber Mata Air

Sumber mata air ini memiliki karakteristik yang alami dengan penelitian secara berkelanjutan selama kurang lebih 2 tahun. Sumber mata air dibuat sebanyak 2 buah sumber, sehingga ketika salah satu sumber mengalami *maintenance* maka sumber yang lainnya dapat digunakan, begitu juga sebaliknya. Proses *maintenance* dimulai dengan proses

pembersihan tangki penampung (*storage tank*) sumber mata air, kemudian pembersihan pipa mata air dengan menyemprotkan campuran larutan klorin dengan air. Setelah proses penyemprotan selesai dilakukan, maka tangki mata air dibiarkan terbilas dengan sendirinya dengan air mata air itu sendiri selama 30 menit. Setelah itu dapat digunakan kembali untuk menyuplai produksi.

2. *Green Sand*

Air yang dialirkan dari tangki penampung (*storage tank*) disaring menggunakan tiga tangki, diantaranya tangki *Green Sand 1*, *Green Sand 2*, dan tangki *Bioxite*. Ditempat ini, air dimurnikan dengan materi utama penyaringan untuk me-*reduce* besi (Fe) dan Magnesium (Mg). Kemudian air dialirkan menuju ruangan *Water Treatment*.

3. *Water Treatment*

Pada proses *water treatment*, air yang dialirkan dari *green sand* mendapat berbagai perlakuan filtrasi, antara lain:

- a Penghilangan / pengikatan polutan yang tidak larut
- b Penghilangan / pengikatan logam berat
- c Penghilangan / pengikatan zat organik dan anorganik
- d Penghilangan zat kapur

4. Pengisian (*Filling*)

Setelah selesai melalui proses *water treatment*, air tersebut dialirkan menuju ruangan *filler* atau tempat pengisian. Kemudian air dapat siap digunakan untuk proses *filling*. Diruangan *filler*, manusia hanya bertindak sebagai pengawas saja karena semua prosesnya menggunakan mesin.

- a Proses pengisian (*filling*) air kemasan *cup* 220 ml

Kemasan *cup* 220 ml dibuat menggunakan *Polypropylene*, namun ada juga yang ditambahkan sedikit dari sisa cetakan *cup* yang dihancurkan dan kemudian dicampurkan pada bahan baru. Komposisi untuk produksi

cup biasanya mengacu pada perbandingan 60% *plastic* baru dan 40% *recycle* dari cetakan *cup*. Dengan syarat bekas potongan *cup* yang telah diseleksi terlebih dahulu tidak boleh terkontaminasi oleh minyak. untuk membuat *cup* ini, bahan tersebut diatas dicetak terlebih dahulu menjadi *sheet*/lembaran-lembaran yang kemudian dicetak menjadi bulat-bulat, kemudian potongan dari *cup* tersebut digunakan untuk daur ulang. Satu baris *sheet* dapat menghasilkan 7 buah bulatan *cup*. Setelah tercetak menjadi gelas-gelas kemudian langsung masuk pada proses *filling* sekaligus masuk juga pada proses penutupan serta pelabelan. Selesai dari proses ini, langsung masuk pada proses *visual checking* untuk memastikan apakah ada gelas/*cup* yang tidak jernih/buram, volume yang kurang dan *shield* yang miring. Untuk *cup* ada 2 buah *line*, yang satu *line*-nya dapat menghasilkan 30.000 *cup* dalam rentang waktu 1 jam. Setelah selesai, proses selanjutnya adalah *packing* produk dan menunggu intruksi QA (*Quality Assurance*) untuk siap didistribusikan.

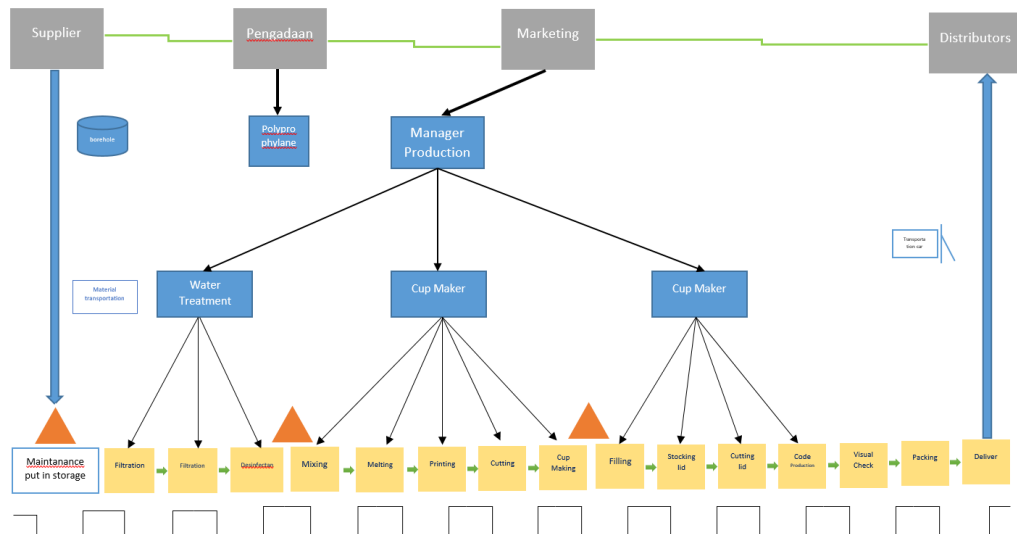
Semua proses pengemasan air mineral ini dilakukan dengan *In Line System*, yaitu dilakukan dengan sedikit campur tangan manusia supaya terjaga kadar ozon dan kualitasnya.

5. Penyimpanan dan Pendistribusian

Setelah seluruh proses selesai selanjutnya penyimpanan produk dalam gudang untuk menunggu di distribusikan ke konsumen.

4.1.1.2 *Value Stream Mapping* (VSM)

Value Stream Mapping merupakan langkah awal dalam memahami alur informasi dan material dalam sistem secara keseluruhan proses produksi.



Gambar 4.2 Value stream Mapping Proses Produksi

4.1.1.3 Identifikasi Jenis *Waste* sepanjang *Value Stream*

Operator diminta untuk memberikan penilaian terhadap tujuh variabel *waste* yang sering terjadi pada proses produksi air minum dalam kemasan *cup* Aqua 220 ml dengan skala 0-2. Nilai 0 artinya *waste* tersebut tidak pernah terjadi pada proses produksi, nilai 1 berarti *waste* kadang-kadang terjadi dalam proses produksi, dan nilai 2 artinya *waste* tersebut sering terjadi. Hasil dari wawancara dengan operator dan bagian *Quality control* yang dapat dilihat pada tabel berikut:

No	Jenis Waste	Operator			Rata-rata
		1	2	3	
1	<i>Over Production</i>	0	0	0	0
2	<i>Delays (Waiting Time)</i>	0	0	0	0
3	<i>Excess Transportation</i>	0	0	0	0
4	<i>Inappropriate Processing</i>	0	0	0	0
5	<i>Unnecessary Inventory</i>	0	0	0	0
6	<i>Unnecessary Motion</i>	1	1	1	1
7	<i>Defective Product</i>	2	2	2	2

Tabel 4.1 Tabel identifikasi *waste*

Hasil yang terlihat pada tabel 4.1 menunjukkan bahwa jenis *waste* yang paling sering terjadi adalah *defective product* atau produk cacat dengan nilai rata-rata 2 artinya sangat sering terjadi aktivitas *defective product* dalam satu *shift*

kerja. Jenis *waste* yang lainnya adalah *unnecessary motion* atau kegiatan yang kurang penting dengan nilai rata-rata 1 artinya sering terjadi aktivitas tersebut dalam satu *shift* kerja.

a. *Unnecessary Motion*

Unnecessary motion terjadi pada saat proses akhir dibagian *delivering* ketika mengangkat dus *cup* air minum dalam kemasan 220 ml banyak terjadi kelalaian dalam pemindahan produk jadi sehingga menyebabkan *cup* air dalam dus bocor atau pecah sehingga harus dibuang.

b. *Defective Product*

Berdasarkan hasil *visual check* dan *quality control* pada tahap akhir proses didapatkan *defective product* antara lain *lid* tidak rata, *cup* kosong tanpa *lid*, *lid* miring, kotor air, *volume* kurang, *lid* bocor halus, *lid* tidak *tersealing* sempurna, *cup* bocor, *filler* isi dan *cup* isi tanpa *lid*.

4.1.1.4 Penentuan Karakteristik Kualitas (CTQ)

Pada tahap ini dilakukan pengamatan dan pendefinisian kondisi fisik dari proses produksi air minum dalam kemasan *cup* Aqua 220 ml. Tahapan ini merupakan tahap awal dalam menganalisis six sigma. Tahap ini digunakan untuk menemukan masalah-masalah terkait standar kualitas dan mendefinisikan penyebab-penyebab *defect* yang menjadi penyebab paling potensial dalam proses produksi (*Critical to Quality* atau disingkat CTQ).

Berikut data *defect* yang terjadi pada produk air minum dalam kemasan *cup* Aqua 220ml selama bulan September 2020:

No.	Jenis <i>defect</i> produk Aqua 220 ml	September 2020
1	<i>Lid</i> tidak rata	4
2	<i>Cup</i> kosong tanpa <i>lid</i>	2769
3	<i>Lid</i> miring	3071
4	Kotor air	380

5	Volume kurang	31757
6	<i>Lid</i> bocor halus	651
7	<i>Lid</i> tidak tersealing sempurna	3593
8.	<i>Cup</i> bocor	207
9.	<i>Filler</i> isi	98
10.	<i>Cup</i> isi tanpa <i>lid</i>	101
	Total	42631

Tabel 4.2 Data *defect* pada produk Aqua 220 ml

Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan dan juga hasil wawancara dengan pihak *Quality Control* diketahui bahwa CTQ sortir fisik air minum kemasan *cup* yang rusak. Berikut kondisi fisik dari air minum dalam kemasan Aqua *cup* 220 ml yang *reject* antara lain:

1. *Lid* tidak rata

Kerusakan ini terjadi karena beberapa hal antara lain dari faktor manusia, mesin, dan metode. Operator yang kurang fokus dan tanggap dalam mengatur setelan *lid* merupakan penyebab kerusakan dari faktor manusia. Kemudian yang diakibatkan oleh faktor mesin terjadi saat pengepresan *lid* ke *cup* mengalami ketidaksesuaian yang disebabkan oleh pengaturan sensor mesin yang berubah secara acak (*error*). Penyebab dari faktor metode yaitu pengaturan *belt* rem yang kurang tepat. Hal ini akan mengakibatkan *roll lid* tidak dalam kepadatan yang tepat dan posisi yang tepat untuk di *press* sehingga berpotensi menimbulkan kerusakan *lid* tidak rata.

2. *Cup* kosong tanpa *lid*

Pemberhentian mesin saat proses produksi sehingga *cup* yang terdapat di mesin *filler & sealer* sebelum proses *pressing* dianggap cacat *cup* kosong tanpa *lid*. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor seperti *holder* goyang, *film adjusting* tidak *interlock* dan juga suhu terlalu rendah.

3. *Lid* miring

Pada produk air minum dalam kemasan 220ml, *lid* mengacu pada tutup kemasan yang berupa lembaran plastik berbentuk bulat. Cacat *lid* miring yaitu kondisi dimana produk memiliki tutup kemasan (*lid*) dimana posisinya tidak presisi sebagaimana mestinya, seperti geser, mengkerut atau semacamnya.

4. Kotor air

Proses produksi AMDK 220ml menghasilkan sisa proses dari bahan baku. Sisa bahan baku tersebut berupa potongan *lid* yang berasal dari proses *trimming* dan di kategorikan sebagai benda asing. Selain berasal dari sisa proses produksi, benda asing tersebut bisa berasal dari *cup* yang kotor dan tidak terdeteksi pada proses sortasi. Benda asing baik dari sisa proses produksi atau dari *cup* yang kotor akan masuk ke dalam produk ketika proses *filling* (pengisian air). Produk yang terdapat benda asing dikategorikan rusak dan harus di *reject*. Benda asing yang tidak sempat masuk saat proses *filling*, akan menempel pada *bucket* dan pada gilirannya akan masuk ke dalam produk ketika terdorong air.

5. Volume kurang

Kemungkinan yang dapat menyebabkan volume air kurang antara lain volume air yang diisi dalam cup tidak maksimal atau < 220 ml dan air produk pada *cup* yang diisi tumpah. Faktor penyebab pengisian air produk tidak maksimal disebabkan oleh *filter* pada mesin pengisian (*filling unit*) yang kotor oleh lender ozon O_3 . Sementara air produk yang diisi tumpah terjadi karena *holder* goyang yang disebabkan oleh baut *counter* tidak kencang dan *bearing indexer* aus.

6. *Lid* bocor halus

Penyebab kerusakan ini adalah faktor mesin dan faktor bahan baku. Pada faktor mesin, *sealer* yang kurang panas akan menyebabkan *lid* kurang lengket dan rawan mengelupas. Pada faktor bahan baku kerusakan *lid* bocor disebabkan oleh *lid* yang bermasalah yaitu *lid* yang tipis (kurang dari 55 mikron) dari *supplier*. *Lid* tipis akan mengakibatkan *lid* rawan bocor ketika terkena benturan

(jatuh dari *bucket* pada *conveyor* di *cup filling machine* atau dari *conveyor* ke keranjang penampungan).

7. *Lid* tidak *tersealing* sempurna

Lid terbuka adalah keadaan ketika *lid* tidak menempel secara menyeluruh pada bibir *cup* sehingga air dalam *cup* tumpah. Penyebab jenis kerusakan ini adalah kurang panasnya *sealer* yang berfungsi untuk mempress *lid* sehingga yang suhu kurang akan mengakibatkan *lid* tidak menempel dengan baik, tekanan angin yang kurang dari kompresor sehingga proses *sealing* berjalan kurang sempurna, dan tidak sinkronnya pengaturan *bucket* dan *sealer*.

8. *Cup* bocor

Kerusakan berupa kemasan bocor pada AMDK 220 ml disebabkan oleh faktor mesin dan bahan baku. Faktor mesin yaitu pengaturan suhu *heater* yang berubah dengan sendirinya (*error*) dikarenakan komponen pengatur suhu pada *cup filling machine* yang tidak stabil. Faktor mesin lainnya adalah kemasan yang terjepit pada persimpangan di *conveyor*. Hal ini terjadi karena rangkaian *conveyor* dipasang tidak berbentuk garis lurus melainkan berkelok untuk menyesuaikan dengan alur produksi dan beberapa perangkat penunjang produksi. Bahan baku yang bermasalah adalah *cup* yang sudah mengalami kebocoran dari *supplier*. *Cup* yang bermasalah ini biasanya lolos dari proses sortasi karena terletak pada tengah-tengah *slope* (rangkain *cup* yang berisi 80pcs) sehingga masuk ke proses produksi dan mengakibatkan kerusakan.

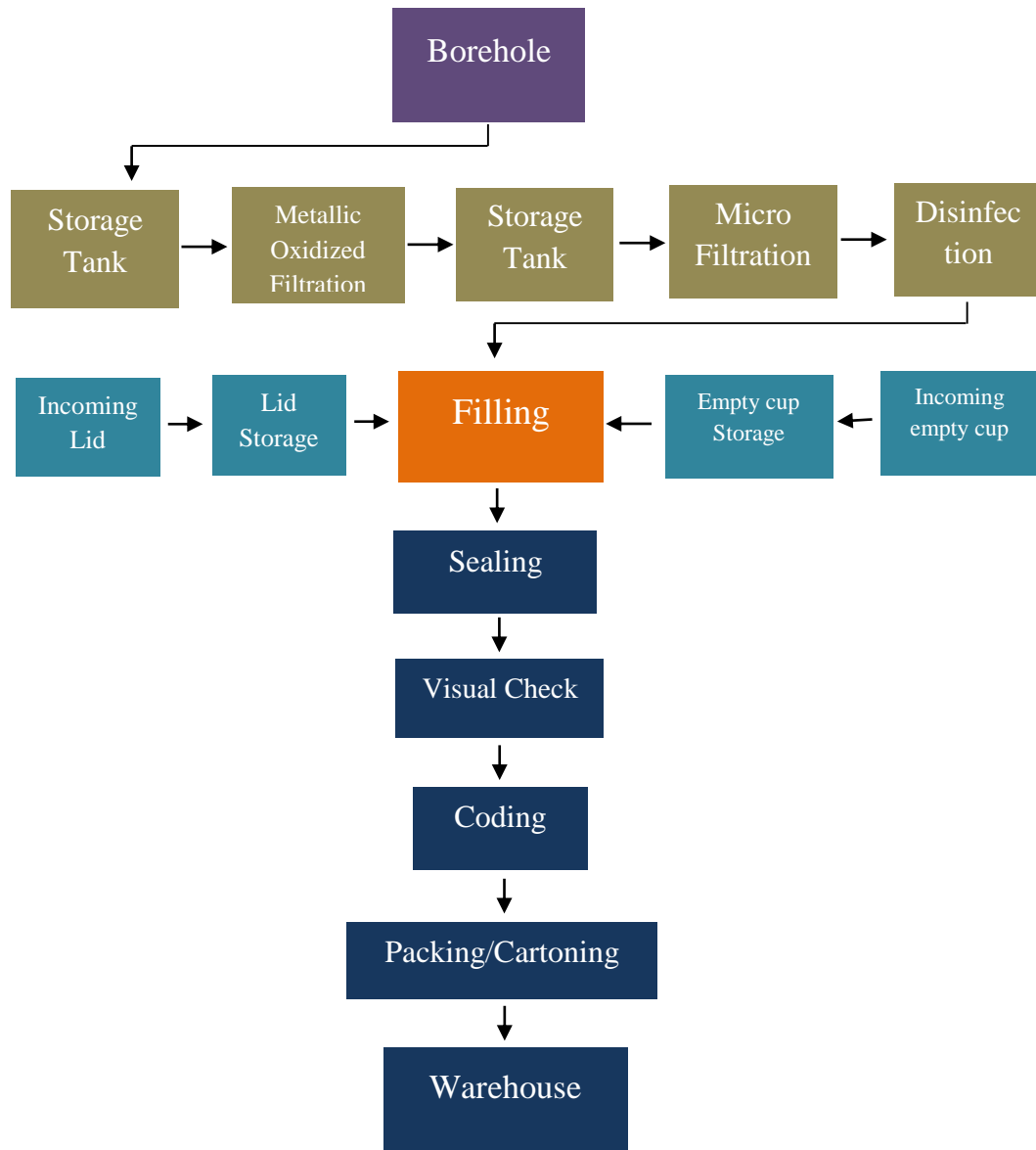
9. *Filler* isi

Jenis cacat *filler* isi adalah cacat yang disebabkan karena kesalahan pada saat proses pengisian *cup*. Serta pengaturan mesin yang kurang sesuai dan metode atau prosedur kurang dijalankan dengan baik.

10. *Cup* isi tanpa *lid*

Error mesin saat proses produksi sehingga *cup* yang terdapat di mesin *filler& sealer* sebelum proses *pressing* dianggap cacat *cup* isi tanpa *lid*. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor seperti *holder* goyang, *film adjusting* tidak *interlock* dan juga suhu terlalu rendah.

4.1.1.5 Membuat Proses Mapping



Gambar 4.3 Proses *Mapping* Produksi Aqua cup 220ml

Pada proses ini dijelaskan mengenai proses produksi air minum dalam kemasan *cup* Aqua 220 ml yang ada di PT Tirta Investama Langkat. Dimulai dari pengambilan air dari sumber mata air menggunakan pipa kemudian dialirkan ke tangki penampung (*storage tank*). Kemudian dari *storage tank* disaring lagi menggunakan 3 tangki, diantaranya tangka *Green Sand 1*, *Green sand 2*, dan tangki *bioxite*. Ditempat inilah air dimurnikan dengan materi utama penyaringan untuk

me-*reduce* kandungan besi (Fe) dan Magnesium (Mg) dalam air. Setelah proses ini, air dialirkan menuju proses selanjutnya yaitu *Water Treatment*. Pada proses *water treatment* ini, air yang dialirkan dari *green sand* mendapat berbagai perlakuan filtrasi, antara lain penghilangan polutan yang tidak larut, penghilangan logam berat, penghilangan zat organik dan anorganik, da juga penghilangan zat kapur dalam air. Setelah selesai melalui proses *water treatment*, air lalu dialirkan menuju ruangan *filler* atau tempat pengisian air kedalam kemasan. Setelah terisi dan terkemas didalam *cup*, proses selanjutnya adalah *visual checking* dimana proses ini dilakukan untuk memastikan apakah ada gelas/*cup* yang tidak sesuai dengan standar. Setelah semuanya telah dilewati, proses selanjutnya adalah *packing* produk dan menunggu intruksi QA (*Quality Assurance*) untuk siap didistribusikan.

4.2.2 Diagram SIPOC

Diagram SIPOC (*Supplier, Input, Process, Output, dan Customer*) menggambarkan aliran proses produksi air mineral Aqua cup 220 ml, dari pengadaan bahan baku sampai dengan produk jadi yang dikirimkan ke konsumen. Berikut merupakan diagram SIPOC pada produk air mineral Aqua cup 220 ml.



Gambar 4.4 Diagram SIPOC Aqua Cup 220 ml

4.2 Measure

Pada tahap ini dilakukan penentuan batas kendali produk yang digunakan untuk mempertahankan variasi produk agar tidak terlalu menyimpang dari spesifikasi yang telah ditetapkan, serta penghitungan DPMO (*Defect Per Million Oppurtunity*). Tahap ini juga digunakan untuk mengetahui nilai level sigma pada produk Aqua cup 220 ml.

4.2.1 Penentuan Batas Kendali Produk

Berikut penentuan batas kendali pada produk air mineral Aqua cup 220ml dengan menggunakan *control chart attribute*. *Control chart* yang digunakan adalah *u-chart (Demerit chart)* karena jenis cacat pada penelitian ini berwujud atribut fisik pada produk air mineral Aqua cup 220ml. selain itu juga produk cacat yang dihasilkan bervariasi.

Adapun langkah-langkah proses pembuatan peta kendali demerit (*u-chart*) adalah sebagai berikut.

- a. Menghitung U rata-rata dan Standar deviasi pada U chart

Menggunakan rumus:

$$U_i = \frac{c_i}{n_i}$$

$$\text{Standar Deviasi} = \sigma = \sqrt{\frac{\bar{U}}{n_i}}$$

Keterangan:

U_i : Unit *defect* per sampel

c_i : Unit *defect*

n_i : Banyaknya sampel yang diperiksa

- b. Menghitung CL

Menggunakan rumus:

$$CL = \bar{U} = \frac{\sum c_i}{\sum n_i}$$

Keterangan:

$\sum c_i$: jumlah total *defect*

$\sum n_i$: Total keseluruhan sampel yang diperiksa

c. Menghitung UCL

Menggunakan rumus:

$$UCL = \bar{U} + 3\sqrt{\frac{\bar{U}}{n_i}}$$

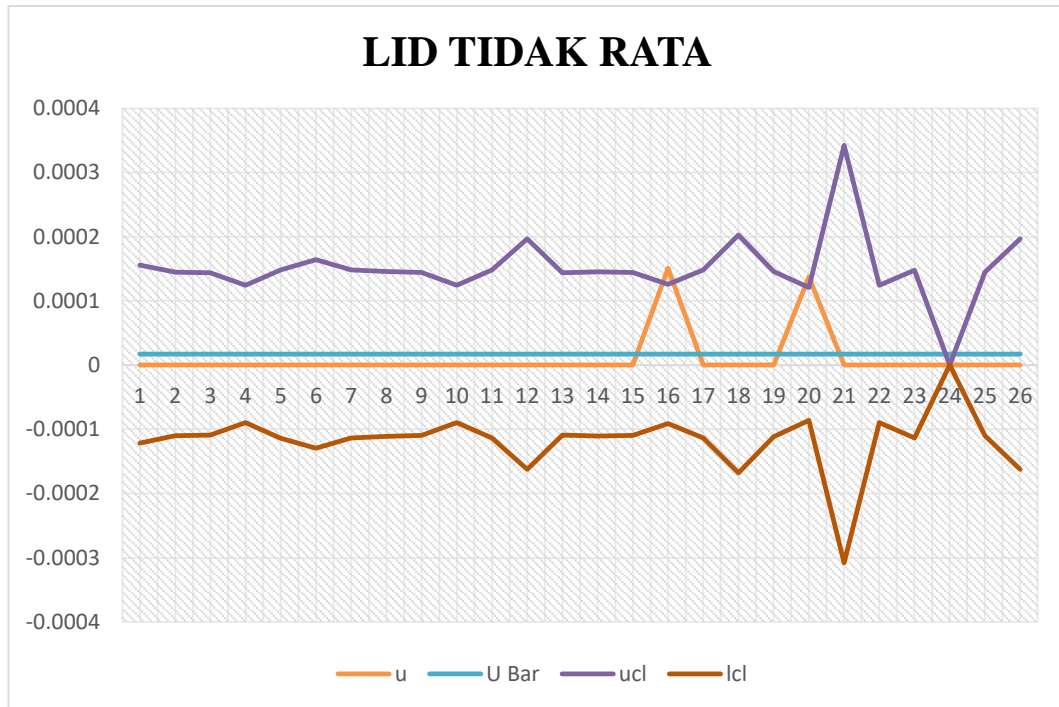
d. Menghitung LCL

Menggunakan rumus:

$$LCL = \bar{U} - 3\sqrt{\frac{\bar{U}}{n_i}}$$

Tabel 4.3 Perhitungan peta kendali pada *defect lid* tidak rata

No	Tanggal	Jumlah Produksi, n_i	Jumlah Cacat, c_i	Jumlah Cacat per Unit, u	U Bar	Batas-Batas kendali	
						$UCL = \bar{U} + 3\sqrt{\bar{U}/n_i}$	$LCL = \bar{U} - 3\sqrt{\bar{U}/n_i}$
1	01/9/20	8104	0	0	0,000017	0.000156	-0.00012
2	02/9/20	9600	0	0	0,000017	0.000145	-0.00011
3	03/9/20	9744	0	0	0,000017	0.000144	-0.00011
4	04/9/20	13608	0	0	0,000017	0.000124	-0.00009
5	05/9/20	9058	0	0	0,000017	0.000148	-0.00011
6	07/9/20	7214	0	0	0,000017	0.000164	-0.00013
7	08/9/20	9096	0	0	0,000017	0.000148	-0.00011
8	09/9/20	9456	0	0	0,000017	0.000146	-0.00011
9	10/9/20	9648	0	0	0,000017	0.000144	-0.00011
10	11/9/20	13608	0	0	0,000017	0.000124	-0.00009
11	12/9/20	9072	0	0	0,000017	0.000148	-0.00011
12	14/9/20	4824	0	0	0,000017	0.000197	-0.00016
13	15/9/20	9744	0	0	0,000017	0.000144	-0.00011
14	16/9/20	9528	0	0	0,000017	0.000145	-0.00011
15	17/9/20	9648	0	0	0,000017	0.000144	-0.00011
16	18/9/20	13248	2	0,00015	0,000017	0.000126	-0.00009
17	19/9/20	9075	0	0	0,000017	0.000148	-0.00011
18	21/9/20	4533	0	0	0,000017	0.000203	-0.00017
19	22/9/20	9384	0	0	0,000017	0.000146	-0.00011
20	23/9/20	14544	2	0,00014	0,000017	0.000121	-0.00009
21	24/9/20	1472	0	0	0,000017	0.000342	-0.00031
22	25/9/20	13608	0	0	0,000017	0.000124	-0.00009
23	26/9/20	9114	0	0	0,000017	0.000148	-0.00011
24	28/9/20	0	0	0	0,000017	0.000000	0.00000
25	29/9/20	9582	0	0	0,000017	0.000145	-0.00011
26	30/9/20	4824	0	0	0,000017	0.000197	-0.00016
		231336	4				



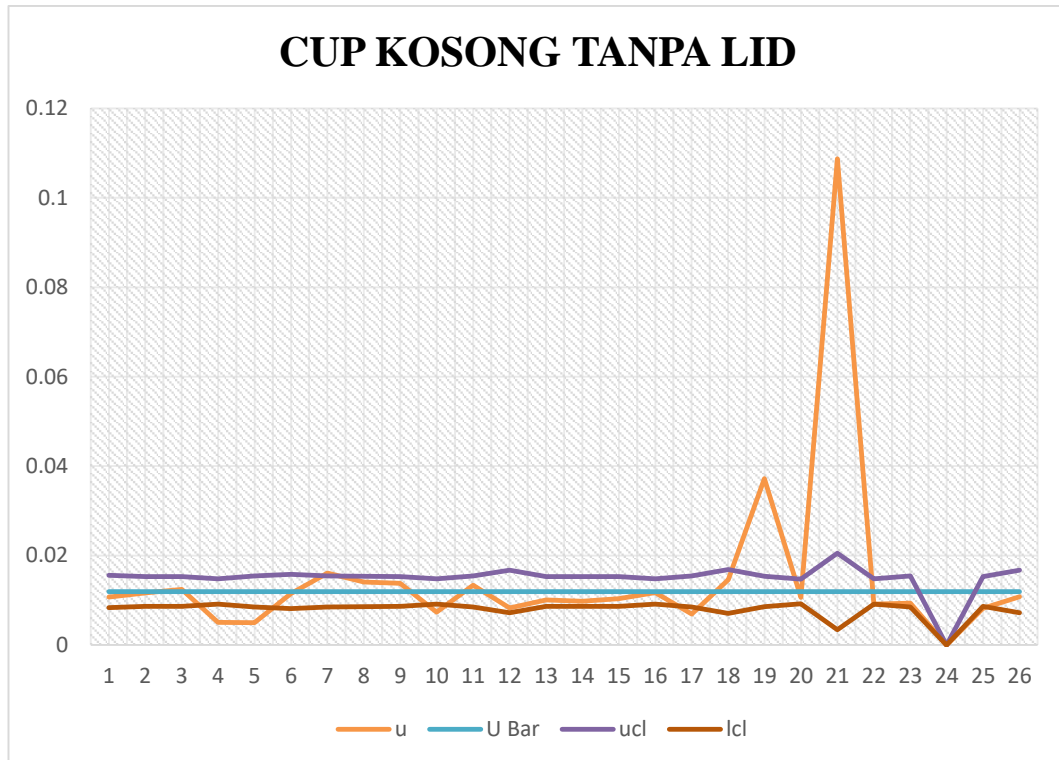
Gambar 4.5 Peta kendali pada *defect lid* tidak rata

Dari diagram tersebut terlihat bahwa terdapat satu data yang keluar dari batas kendali yaitu pada data ke-16. Dapat dikatakan bahwa produktivitas pada bagian ini sudah sangat optimal karena tingkat kecacatan produk sudah mendekati nol. Hal ini dilihat dari jumlah produk yang diproduksi selama periode satu bulan sebanyak 231.336 dan hanya mengalami *defect* sebanyak 2 buah.

Selanjutnya perhitungan *u-chart* pada *defect cup* kosong tanpa *lid*. Berikut hasil perhitungannya yang dapat dilihat pada Tabel 4.7 dibawah ini:

Tabel 4.4 Perhitungan peta kendali pada *defect* cup kosong tanpa lid

No	Tanggal	Jumlah Produksi, n_i	Jumlah Cacat, c_i	Jumlah Cacat per Unit, u	U Bar	Batas-Batas kendali	
						$UCL = \bar{u} + 3\sqrt{\bar{u}/n_i}$	$LCL = \bar{u} - 3\sqrt{\bar{u}/n_i}$
1	01/9/20	8104	87	0,01074	0,01197	0,015616	0,008324
2	02/9/20	9600	112	0,01167	0,01197	0,015320	0,008620
3	03/9/20	9744	121	0,01250	0,01197	0,015295	0,008645
4	04/9/20	13608	69	0,00507	0,01197	0,014783	0,009156
5	05/9/20	9058	45	0,00497	0,01197	0,015418	0,008521
6	07/9/20	7214	83	0,01151	0,01197	0,015834	0,008105
7	08/9/20	9096	146	0,01605	0,01197	0,015411	0,008528
8	09/9/20	9456	133	0,01407	0,01197	0,015345	0,008594
9	10/9/20	9648	133	0,01379	0,01197	0,015311	0,008628
10	11/9/20	13608	100	0,00735	0,01197	0,014783	0,009156
11	12/9/20	9072	121	0,01334	0,01197	0,015416	0,008524
12	14/9/20	4824	40	0,00829	0,01197	0,016695	0,007244
13	15/9/20	9744	98	0,01006	0,01197	0,015295	0,008645
14	16/9/20	9528	93	0,00976	0,01197	0,015332	0,008607
15	17/9/20	9648	100	0,01037	0,01197	0,015311	0,008628
16	18/9/20	13248	155	0,0117	0,01197	0,014821	0,009118
17	19/9/20	9075	63	0,00694	0,01197	0,015415	0,008524
18	21/9/20	4533	66	0,01456	0,01197	0,016845	0,007095
19	22/9/20	9384	349	0,03719	0,01197	0,015358	0,008581
20	23/9/20	14544	155	0,01066	0,01197	0,014691	0,009248
21	24/9/20	1472	160	0,10870	0,01197	0,020524	0,003415
22	25/9/20	13608	124	0,00911	0,01197	0,014783	0,009156
23	26/9/20	9114	85	0,00933	0,01197	0,015408	0,008532
24	28/9/20	0	0	0	0,01197	0	0
25	29/9/20	9582	79	0,00825	0,01197	0,015323	0,008617
26	30/9/20	4824	52	0,01078	0,01197	0,01669	0,007244
		231336	2769				



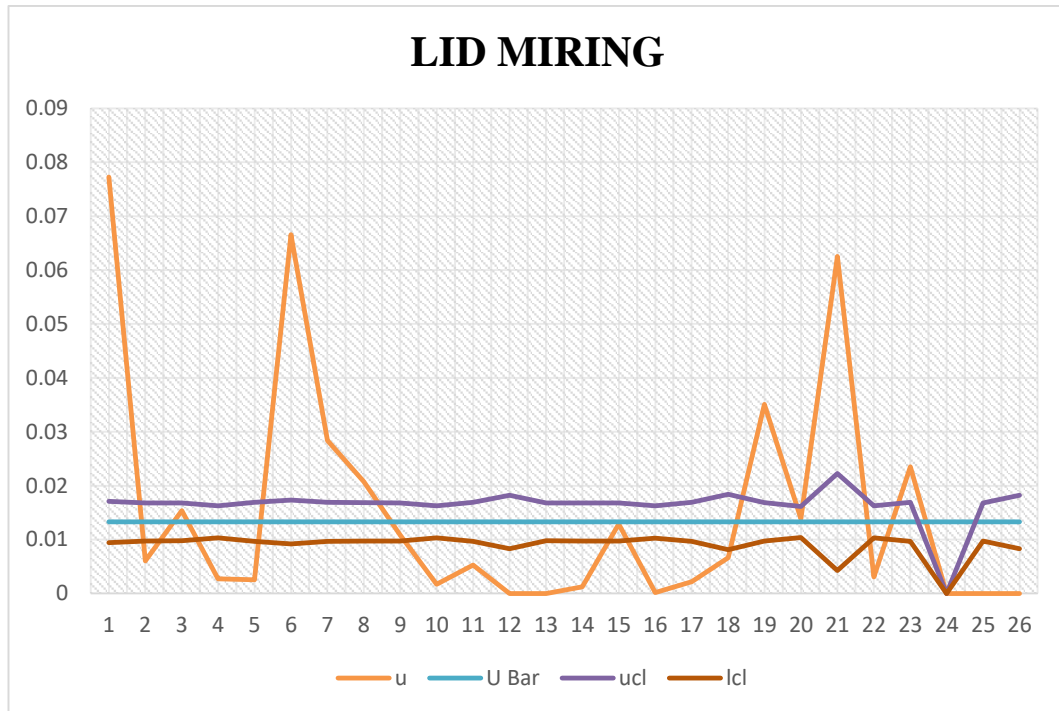
Gambar 4.6 Peta kendali pad *defect cup* kosong tanpa *lid*.

Dari diagram tersebut dapat dilihat bahwa ada beberapa data yang keluar dari batas kendali yaitu pada data ke-4, 5, 10, 17, 19, 21 yang terjadi pada tanggal 4, 5, 11, 19, 22 dan 24 september 2020. Sehingga masih perlu dilakukan perbaikan agar produktivitas berjalan secara optimal.

Selanjutnya perhitungan *u-chart* pada *defect lid* miring. Berikut hasil perhitungan yang dibuat dapat dilihat pada Tabel 4.6:

Tabel 4.5 Perhitungan peta kendali pada *defect* lid miring

No	Tanggal	Jumlah Produksi, n_i	Jumlah Cacat, c_i	Jumlah Cacat per Unit, u	U Bar	Batas-Batas kendali	
						$UCL=\bar{U}+3\sqrt{\bar{U}/n_i}$	$LCL=\bar{U}-3\sqrt{\bar{U}/n_i}$
1	01/9/20	8104	626	0,07725	0,013275	0.017115	0.009435
2	02/9/20	9600	58	0,00604	0,013275	0.016803	0.009747
3	03/9/20	9744	150	0,01540	0,013275	0.016777	0.009773
4	04/9/20	13608	37	0,00272	0,013275	0.016238	0.010312
5	05/9/20	9058	23	0,00254	0,013275	0.016907	0.009643
6	07/9/20	7214	480	0,06654	0,013275	0.017345	0.009205
7	08/9/20	9096	258	0,02836	0,013275	0.016899	0.009651
8	09/9/20	9456	196	0,02073	0,013275	0.016830	0.009721
9	10/9/20	9648	105	0,01088	0,013275	0.016794	0.009756
10	11/9/20	13608	23	0,00169	0,013275	0.016238	0.010312
11	12/9/20	9072	48	0,00529	0,013275	0.016904	0.009646
12	14/9/20	4824	0	0	0,013275	0.018252	0.008298
13	15/9/20	9744	0	0	0,013275	0.016777	0.009773
14	16/9/20	9528	12	0,00126	0,013275	0.016816	0.009734
15	17/9/20	9648	124	0,01285	0,013275	0.016794	0.009756
16	18/9/20	13248	2	0,00015	0,013275	0.016278	0.010272
17	19/9/20	9075	20	0,00220	0,013275	0.016903	0.009647
18	21/9/20	4533	30	0,00662	0,013275	0.018409	0.008141
19	22/9/20	9384	329	0,03506	0,013275	0.016843	0.009707
20	23/9/20	14544	202	0,01389	0,013275	0.016141	0.010409
21	24/9/20	1472	92	0,0625	0,013275	0.022284	0.004266
22	25/9/20	13608	42	0,00309	0,013275	0.016238	0.010312
23	26/9/20	9114	214	0,02348	0,013275	0.016896	0.009654
24	28/9/20	0	0	0	0,013275	0.000000	0.000000
25	29/9/20	9582	0	0	0,013275	0.016806	0.009744
26	30/9/20	4824	0	0	0,013275	0.018252	0.008298
		231336	3071				



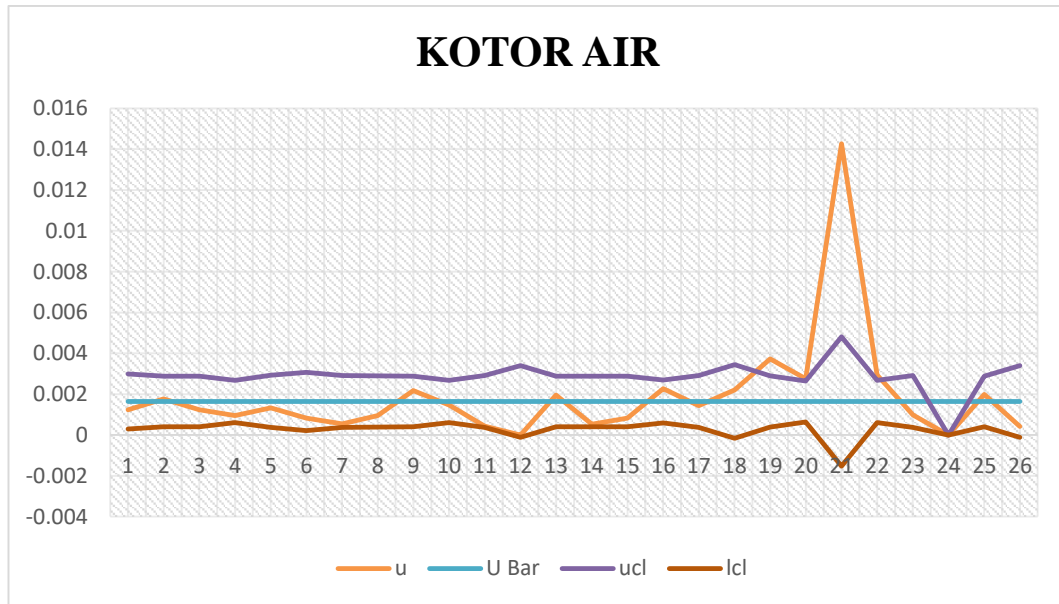
Gambar 4.7 Peta kendalu pada *defect lid miring*

Dari diagram diatas dapat dilihat bahwa beberapa data yang keluar dari batas terlihat sangat signifikan. Data yang keluar batas antara lain terjadi pada data ke-1, 2, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 23, 25, 26. Sehingga masih sangat perlu dilakukan perbaikan agar produktivitas berjalan secara optimal.

Selanjutnya perhitungan *u-chart* pada *defect* kotor air. Berikut hasil perhitungan yang dibuat dapat dilihat pada Tabel 4.6:

Tabel 4.6 Perhitungan peta kendali pada *defect* kotor air

No	Tanggal	Jumlah Produksi, n_i	Jumlah Cacat, c_i	Jumlah Cacat per Unit, u	U Bar	Batas-Batas kendali	
						$UCL=\bar{U}+3\sqrt{\bar{U}/n_i}$	$LCL=\bar{U}-3\sqrt{\bar{U}/n_i}$
1	01/9/20	8104	10	0.00123	0.001643	0.002993	0.000292
2	02/9/20	9600	17	0.00177	0.001643	0.002884	0.000402
3	03/9/20	9744	12	0.00123	0.001643	0.002874	0.000411
4	04/9/20	13608	13	0.00096	0.001643	0.002685	0.000600
5	05/9/20	9058	12	0.00133	0.001643	0.002920	0.000365
6	07/9/20	7214	6	0.00083	0.001643	0.003074	0.000211
7	08/9/20	9096	5	0.00055	0.001643	0.002918	0.000368
8	09/9/20	9456	9	0.00095	0.001643	0.002893	0.000392
9	10/9/20	9648	21	0.00218	0.001643	0.002880	0.000405
10	11/9/20	13608	20	0.00147	0.001643	0.002685	0.000600
11	12/9/20	9072	4	0.00044	0.001643	0.002919	0.000366
12	14/9/20	4824	0	0	0	0.003393	-0.00011
13	15/9/20	9744	19	0.00195	0.001643	0.002874	0.000411
14	16/9/20	9528	5	0.00053	0.001643	0.002888	0.000397
15	17/9/20	9648	8	0.00083	0.001643	0.002880	0.000405
16	18/9/20	13248	30	0.00226	0.001643	0.002699	0.000586
17	19/9/20	9075	13	0.00143	0.001643	0.002919	0.000366
18	21/9/20	4533	10	0.00220	0.001643	0.003449	-0.00016
19	22/9/20	9384	35	0.00373	0.001643	0.002898	0.000387
20	23/9/20	14544	40	0.00275	0.001643	0.002651	0.000634
21	24/9/20	1472	21	0.01427	0.001643	0.004812	-0.00153
22	25/9/20	13608	40	0.00294	0.001643	0.002685	0.000600
23	26/9/20	9114	9	0.00099	0.001643	0.002916	0.000369
24	28/9/20	0	0	0	0	0.000000	0.000000
25	29/9/20	9582	19	0.00198	0.001643	0.002885	0.000401
26	30/9/20	4824	2	0.00042	0.001643	0.003393	-0.00011
		231336	380				



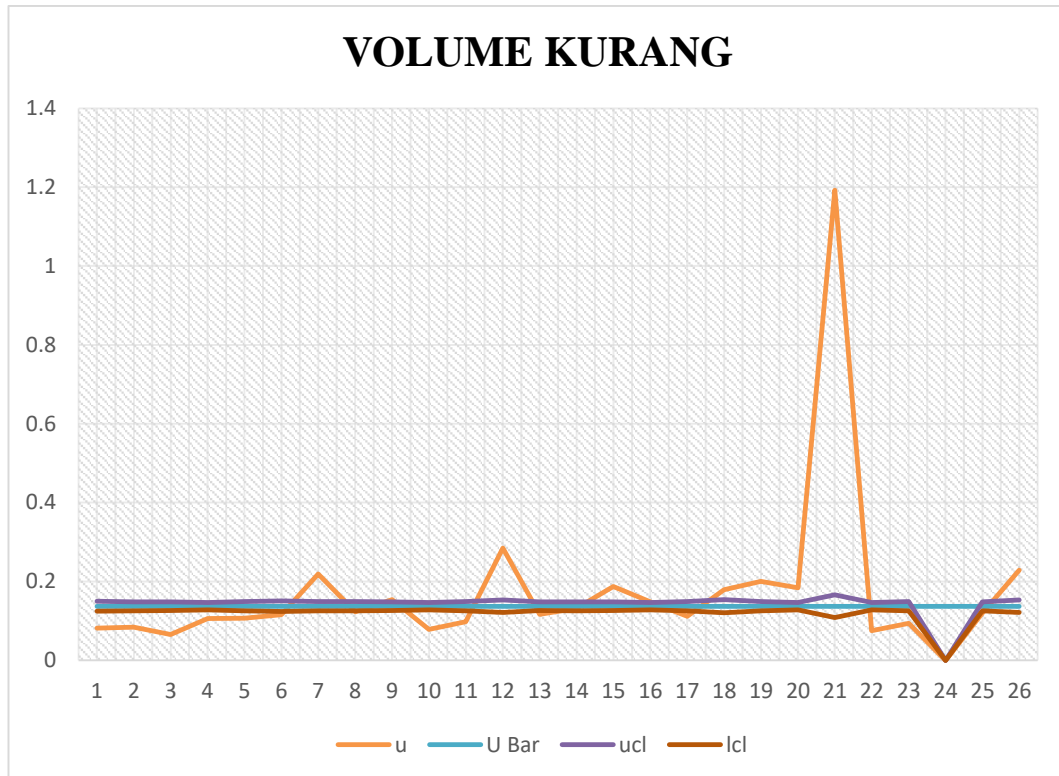
Gambar 4.8 Peta kendali pada *defect* kotor air.

Dari hasil diagram diatas dapat dilihat bahwa terdapat beberapa data yang keluar dari batas kendali yang telah ditentukan. data tersebut ada pada cacat yang terjadi di data ke-19 dan 21 yang terjadi pada tanggal 20 dan 24 september 2020.

Selanjutnya perhitungan *u chart* pada *defect* volume kurang. Berikut hasil perhitungan yang dibuat dapat dilihat pada Tabel 4.7 dibawah ini:

Tabel 4.7 Perhitungan peta kendali pada *defect* volume kurang

No	Tanggal	Jumlah Produksi, n_i	Jumlah Cacat, c_i	Jumlah Cacat per Unit, u	U Bar	Batas-Batas kendali	
						$UCL=\bar{U}+3\sqrt{\bar{U}/n_i}$	$LCL=\bar{U}-3\sqrt{\bar{U}/n_i}$
1	01/9/20	8104	663	0.08181	0.137277	0.149624	0.124929
2	02/9/20	9600	811	0.08448	0.137277	0.148621	0.125932
3	03/9/20	9744	637	0.06537	0.137277	0.148537	0.126016
4	04/9/20	13608	1440	0.10582	0.137277	0.146805	0.127748
5	05/9/20	9058	966	0.10665	0.137277	0.148955	0.125598
6	07/9/20	7214	834	0.11561	0.137277	0.150363	0.124190
7	08/9/20	9096	1989	0.21867	0.137277	0.148931	0.125622
8	09/9/20	9456	1164	0.12310	0.137277	0.148707	0.125846
9	10/9/20	9648	1484	0.15381	0.137277	0.148593	0.125960
10	11/9/20	13608	1071	0.07870	0.137277	0.146805	0.127748
11	12/9/20	9072	890	0.09810	0.137277	0.148947	0.125607
12	14/9/20	4824	1372	0.28441	0.137277	0.153280	0.121273
13	15/9/20	9744	1135	0.11648	0.137277	0.148537	0.126016
14	16/9/20	9528	1255	0.13172	0.137277	0.148664	0.125889
15	17/9/20	9648	1808	0.18740	0.137277	0.148593	0.125960
16	18/9/20	13248	1965	0.14832	0.137277	0.146934	0.127619
17	19/9/20	9075	1017	0.11207	0.137277	0.148945	0.125609
18	21/9/20	4533	812	0.17913	0.137277	0.153786	0.120767
19	22/9/20	9384	1878	0.20013	0.137277	0.148751	0.125802
20	23/9/20	14544	2681	0.18434	0.137277	0.146493	0.128060
21	24/9/20	1472	1755	1.19226	0.137277	0.166248	0.108305
22	25/9/20	13608	1021	0.07503	0.137277	0.146805	0.127748
23	26/9/20	9114	855	0.09381	0.137277	0.148920	0.125634
24	28/9/20	0	0	0	0.137277	0	0
25	29/9/20	9582	1152	0.12023	0.137277	0.148632	0.125921
26	30/9/20	4824	1102	0.22844	0.137277	0.153280	0.121273
		231336	31757				



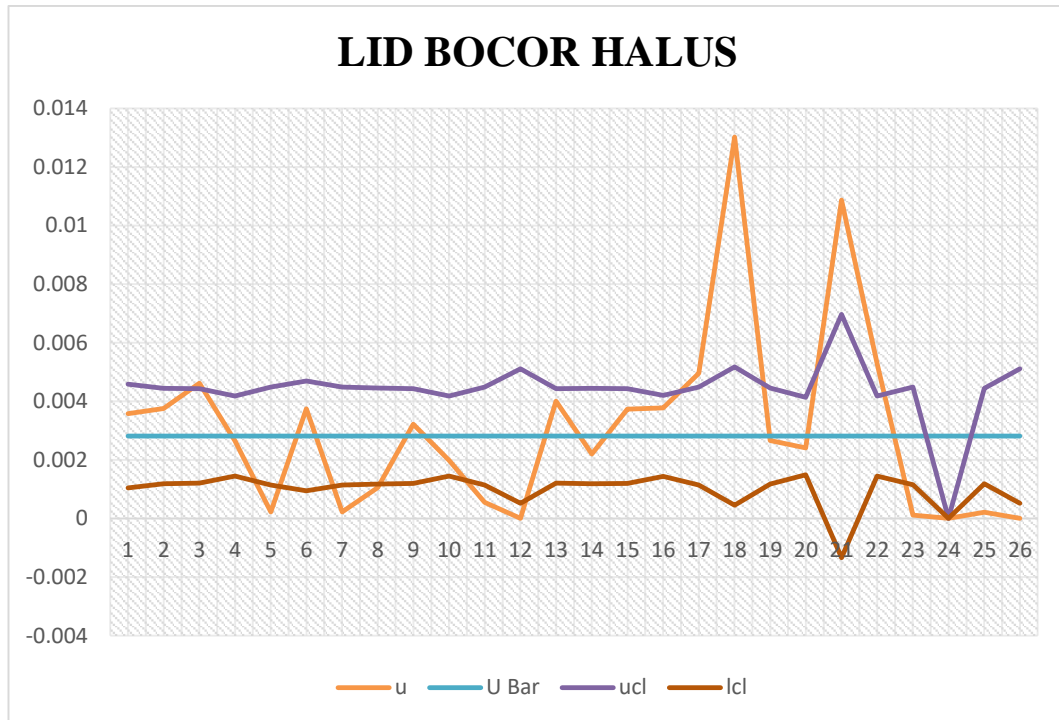
Gambar 4.9 Diagram peta kendali pada *defect* volume kurang.

Dari diagram diatas dapat diketahui ada beberapa data yang keluar batas kendali atas dan batas kendali bawah yaitu pada data ke-1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 13, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 22 dan 26. Dapat dilihat bahawa jenis cacat ini adalah yang paling sering terjadi maka sangat perlu dilakukan perbaikan agar produktivitas semakin semakin meningkat dan jumlah cacat dapat berkurang lagi.

Selanjutnya dilakukan perhitungan terhadap *defect lid* bocor halus. Berikut hasil perhitungannya yang disajikan dalam Tabel 4.8 dibawah ini:

Tabel 4.8 Perhitungan peta kendali pada *defect* lid bocor halus

No	Tanggal	Jumlah Produksi, n_i	Jumlah Cacat, c_i	Jumlah Cacat per Unit, u	U Bar	Batas-Batas kendali	
						$UCL=\bar{U}+3\sqrt{\bar{U}/n_i}$	$LCL=\bar{U}-3\sqrt{\bar{U}/n_i}$
1	01/9/20	8104	29	0.00358	0.002814	0.004582	0.001046
2	02/9/20	9600	36	0.00375	0.002814	0.004438	0.001119
3	03/9/20	9744	45	0.00462	0.002814	0.004426	0.001202
4	04/9/20	13608	36	0.00265	0.002814	0.004178	0.00145
5	05/9/20	9058	2	0.00022	0.002814	0.004486	0.001142
6	07/9/20	7214	27	0.00374	0.002814	0.004688	0.00094
7	08/9/20	9096	2	0.00022	0.002814	0.004483	0.001145
8	09/9/20	9456	10	0.00106	0.002814	0.004451	0.001178
9	10/9/20	9648	31	0.00321	0.002814	0.004434	0.001194
10	11/9/20	13608	27	0.00198	0.002814	0.004178	0.00145
11	12/9/20	9072	5	0.00055	0.002814	0.004485	0.001143
12	14/9/20	4824	0	0	0.002814	0.005105	0.000523
13	15/9/20	9744	39	0.00400	0.002814	0.004426	0.001202
14	16/9/20	9528	21	0.00220	0.002814	0.004444	0.001184
15	17/9/20	9648	36	0.00373	0.002814	0.004434	0.001194
16	18/9/20	13248	50	0.00377	0.002814	0.004197	0.001431
17	19/9/20	9075	45	0.00496	0.002814	0.004485	0.001144
18	21/9/20	4533	59	0.01301	0.002814	0.005178	0.00045
19	22/9/20	9384	25	0.00266	0.002814	0.004457	0.001171
20	23/9/20	14544	35	0.00241	0.002814	0.004134	0.001494
21	24/9/20	1472	16	0.01087	0.002814	0.006962	-0.00133
22	25/9/20	13608	72	0.00529	0.002814	0.004178	0.00145
23	26/9/20	9114	1	0.00011	0.002814	0.004481	0.001147
24	28/9/20	0	0		0.002814	0	0
25	29/9/20	9582	2	0.00021	0.002814	0.00444	0.001188
26	30/9/20	4824	0		0.002814	0.005105	0.000523
		231336	651				



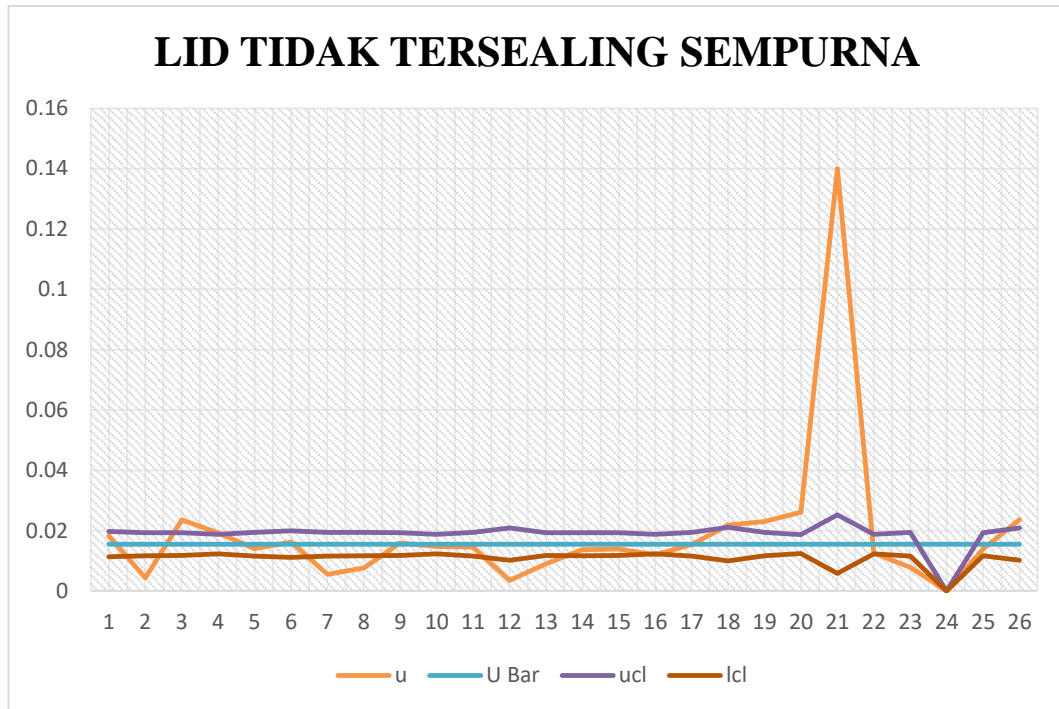
Gambar 4.10 Diagram peta kendali pada *defect lid* bocor halus

Dari diagram diatas terlihat bahwa pada data ke-4, 5, 7, 11, 12, 17, 18, 21, 23, 25, dan 26 berada diluar batas kendali atas dan batas kendali bawah.

Selanjutnya perhitungan *u-chart* pada *defect lid* tidak *tersealing* sempurna akan ditunjukkan dalam Tabel 4.9 dibawah ini:

Tabel 4.9 Perhitungan peta kendali pada *defect* lid tidak *tersealing* sempurna

No	Tanggal	Jumlah Produksi, n_i	Jumlah Cacat, c_i	Jumlah Cacat per Unit, u	U Bar	Batas-Batas kendali	
						$UCL=\bar{U}+3\sqrt{\bar{U}/n_i}$	$LCL=\bar{U}-3\sqrt{\bar{U}/n_i}$
1	01/9/20	8104	148	0.01826	0.015532	0.019685	0.011378
2	02/9/20	9600	42	0.00438	0.015532	0.019347	0.011716
3	03/9/20	9744	230	0.02360	0.015532	0.019319	0.011744
4	04/9/20	13608	263	0.01933	0.015532	0.018737	0.012326
5	05/9/20	9058	127	0.01402	0.015532	0.019460	0.011603
6	07/9/20	7214	117	0.01622	0.015532	0.019933	0.011130
7	08/9/20	9096	50	0.00550	0.015532	0.019452	0.011611
8	09/9/20	9456	72	0.00761	0.015532	0.019376	0.011687
9	10/9/20	9648	154	0.01596	0.015532	0.019338	0.011725
10	11/9/20	13608	201	0.01477	0.015532	0.018737	0.012326
11	12/9/20	9072	132	0.01455	0.015532	0.019457	0.011606
12	14/9/20	4824	17	0.00352	0.015532	0.020915	0.010149
13	15/9/20	9744	88	0.00903	0.015532	0.019319	0.011744
14	16/9/20	9528	130	0.01364	0.015532	0.019362	0.011701
15	17/9/20	9648	134	0.01389	0.015532	0.019338	0.011725
16	18/9/20	13248	159	0.01200	0.015532	0.018780	0.012283
17	19/9/20	9075	140	0.01542	0.015532	0.019456	0.011607
18	21/9/20	4533	99	0.02184	0.015532	0.021085	0.009978
19	22/9/20	9384	216	0.02302	0.015532	0.019391	0.011672
20	23/9/20	14544	379	0.02606	0.015532	0.018632	0.012431
21	24/9/20	1472	206	0.13995	0.015532	0.025276	0.005787
22	25/9/20	13608	170	0.01249	0.015532	0.018737	0.012326
23	26/9/20	9114	72	0.0079	0.015532	0.019448	0.011615
24	28/9/20	0	0	0	0.015532	0	0
25	29/9/20	9582	133	0.01388	0.015532	0.019351	0.011712
26	30/9/20	4824	114	0.02363	0.015532	0.020915	0.010149
		231336	3593				



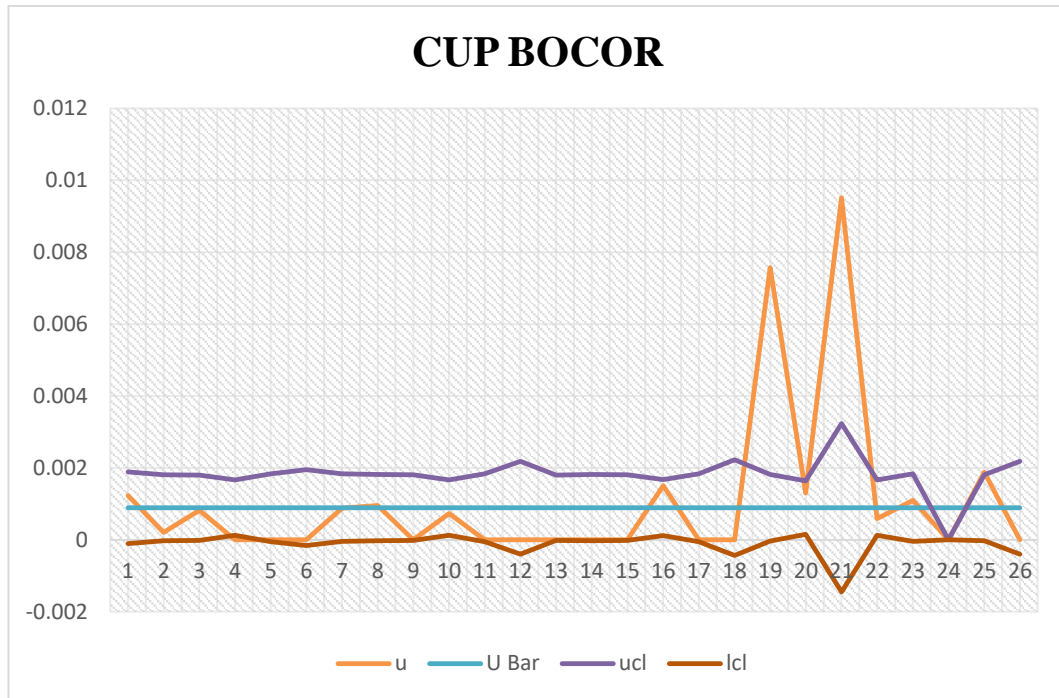
Gambar 4.11 Diagram peta kendali pada *defect lid* tidak tersealing sempurna.

Dari diagram peta kendali diatas dapat diketahui bahwa beberapa data yang berada diluar batas kendali terdapat pada data ke- 2, 3, 7, 12, 20, 21 dan 26. Pada data ke 21 kenaikan grafik terlihat sangat signifikan karna pada tanggal tersebut produk cacat yang dihasilkan cukup banyak dari persentase produksinya.

Selanjutnya perhitungan *u-chart* pada *defect cup* bocor ditampilkan pada tabel 4.10 berikut dibawah ini:

Tabel 4.10 Perhitungan peta kendali pada *defect* cup bocor

No	Tanggal	Jumlah Produksi, n_i	Jumlah Cacat, c_i	Jumlah Cacat per Unit, u	U Bar	Batas-Batas kendali	
						$UCL=\bar{U}+3\sqrt{\bar{U}/n_i}$	$LCL=\bar{U}-3\sqrt{\bar{U}/n_i}$
1	01/9/20	8104	10	0,00123	0.000895	0.001892	-0.00010
2	02/9/20	9600	2	0,00021	0.000895	0.001811	-0.00002
3	03/9/20	9744	8	0,00082	0.000895	0.001804	-0.00001
4	04/9/20	13608	0	0	0.000895	0.001664	0.00013
5	05/9/20	9058	0	0	0.000895	0.001838	-0.00005
6	07/9/20	7214	0	0	0.000895	0.001951	-0.00016
7	08/9/20	9096	8	0,00088	0.000895	0.001836	-0.00005
8	09/9/20	9456	9	0,00095	0.000895	0.001818	-0.00003
9	10/9/20	9648	0	0	0.000895	0.001808	-0.00002
10	11/9/20	13608	10	0,00074	0.000895	0.001664	0.00013
11	12/9/20	9072	0	0	0.000895	0.001837	-0.00005
12	14/9/20	4824	0	0	0.000895	0.002187	-0.00040
13	15/9/20	9744	0	0	0.000895	0.001804	-0.00001
14	16/9/20	9528	0	0	0.000895	0.001814	-0.00002
15	17/9/20	9648	0	0	0.000895	0.001808	-0.00002
16	18/9/20	13248	20	0,00151	0.000895	0.001674	0.00012
17	19/9/20	9075	0	0	0.000895	0.001837	-0.00005
18	21/9/20	4533	0	0	0.000895	0.002228	-0.00044
19	22/9/20	9384	71	0,00757	0.000895	0.001821	-0.00003
20	23/9/20	14544	19	0,00131	0.000895	0.001639	0.00015
21	24/9/20	1472	14	0,00951	0.000895	0.003234	-0.00144
22	25/9/20	13608	8	0,00059	0.000895	0.001664	0.00013
23	26/9/20	9114	10	0,00120	0.000895	0.001835	-0.00005
24	28/9/20	0	0	0	0.000895	0.000000	0.00000
25	29/9/20	9582	18	0,00188	0.000895	0.001812	-0.00002
26	30/9/20	4824	0	0	0.000895	0.002187	-0.00040
		231336	207				



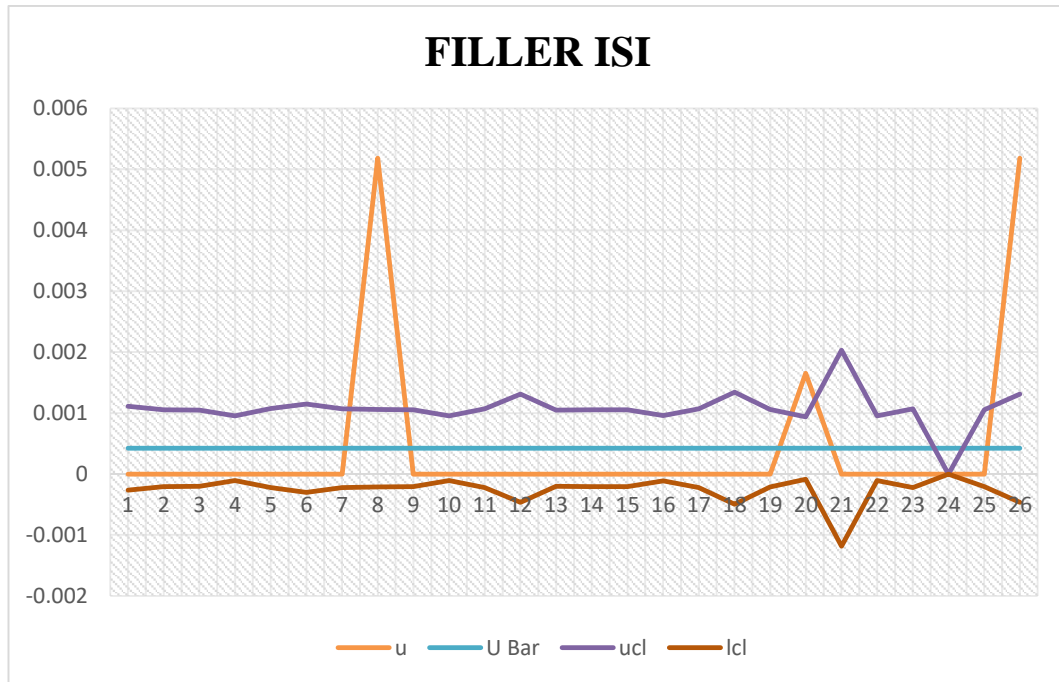
Gambar 4.12 Diagram peta kendali pada *defect cup bocor*.

Dari hasil diagram peta kendali diatas dapat dilihat bahwa ada beberapa data yang keluar batas kendali atas yaitu terdapat pada data ke-19 dan ke-21.

Selanjutnya *u-chart* perhitungan pada *defect filler* isi disajikan dalam tabel 4.11 dibawah ini:

Tabel 4.11 Perhitungan peta kendali pada *defect* filler isi

No	Tanggal	Jumlah Produksi, n_i	Jumlah Cacat, c_i	Jumlah Cacat per Unit, u	U Bar	Batas-Batas kendali	
						$UCL=\bar{U}+3\sqrt{\bar{U}/n_i}$	$LCL=\bar{U}-3\sqrt{\bar{U}/n_i}$
1	01/9/20	8104	0	0	0.000424	0.00111	-0.00026
2	02/9/20	9600	0	0	0.000424	0.001054	-0.00021
3	03/9/20	9744	0	0	0.000424	0.001049	-0.0002
4	04/9/20	13608	0	0	0.000424	0.000953	-0.00011
5	05/9/20	9058	0	0	0.000424	0.001072	-0.00023
6	07/9/20	7214	0	0	0.000424	0.001151	-0.0003
7	08/9/20	9096	0	0	0.000424	0.001071	-0.00022
8	09/9/20	9456	49	0,00518	0.000424	0.001059	-0.00021
9	10/9/20	9648	0	0	0.000424	0.001052	-0.00021
10	11/9/20	13608	0	0	0.000424	0.000953	-0.00011
11	12/9/20	9072	0	0	0.000424	0.001072	-0.00022
12	14/9/20	4824	0	0	0.000424	0.001313	-0.00047
13	15/9/20	9744	0	0	0.000424	0.001049	-0.0002
14	16/9/20	9528	0	0	0.000424	0.001056	-0.00021
15	17/9/20	9648	0	0	0.000424	0.001052	-0.00021
16	18/9/20	13248	0	0	0.000424	0.00096	-0.00011
17	19/9/20	9075	0	0	0.000424	0.001072	-0.00022
18	21/9/20	4533	0	0	0.000424	0.001341	-0.00049
19	22/9/20	9384	0	0	0.000424	0.001061	-0.00021
20	23/9/20	14544	24	0,00165	0.000424	0.000936	-0.00009
21	24/9/20	1472	0	0	0.000424	0.002033	-0.00119
22	25/9/20	13608	0	0	0.000424	0.000953	-0.00011
23	26/9/20	9114	0	0	0.000424	0.00107	-0.00022
24	28/9/20	0	0	0	0.000424	0	0
25	29/9/20	9582	0	0	0.000424	0.001054	-0.00021
26	30/9/20	4824	25	0,00518	0.000424	0.001313	-0.00047
		231336	98				



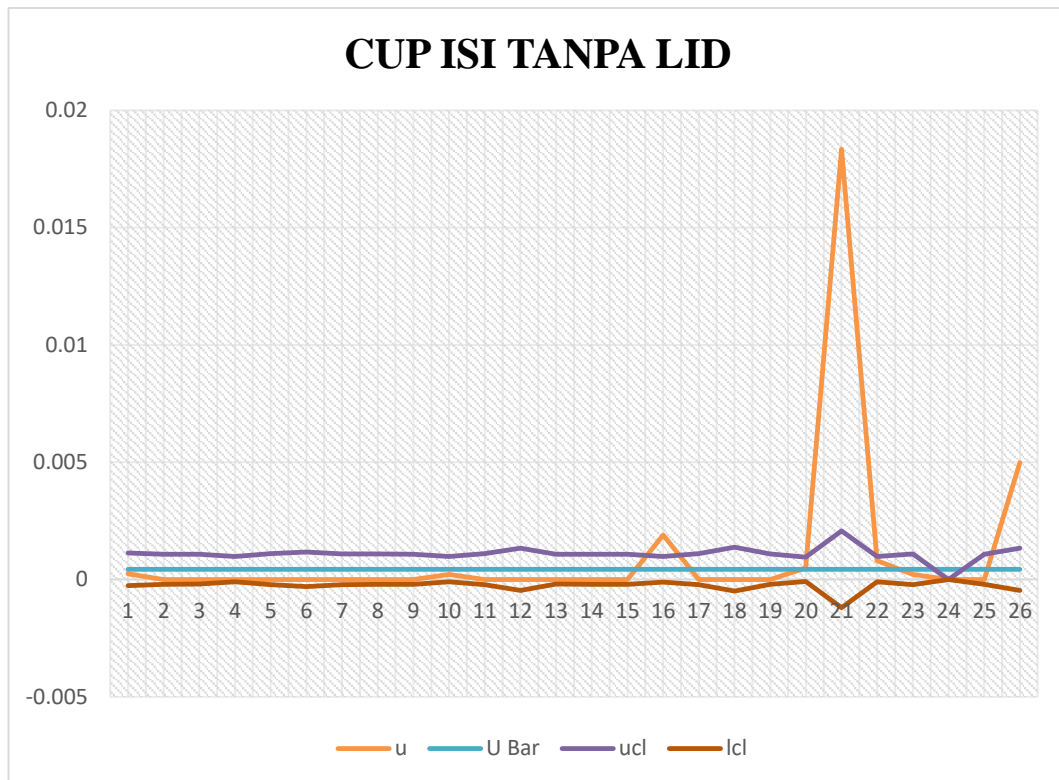
Gambar 4.13 Diagram peta kendali pada *defect filler isi*.

Dari diagram diatas dapat diketahui bahwa ada beberapa data yang yang keluar dari batas kendali atas yang terjadi pada data ke-8, 20 dan 26.

Yang terakhir ada perhitungan *u-chart* pada *defect cup isi tanpa lid*. berikut ini pada Tabel 4.12 dihasilkan rekapitulasi perhitungan pada *defect* tersebut:

Tabel 4.12 Perhitungan peta kendali pada *defect* cup isi tanpa lid

No	Tanggal	Jumlah Produksi, n_i	Jumlah Cacat, c_i	Jumlah Cacat per Unit, u	U Bar	Batas-Batas kendali	
						$UCL=\bar{U}+3\sqrt{\bar{U}/n_i}$	$LCL=\bar{U}-3\sqrt{\bar{U}/n_i}$
1	01/9/20	8104	2	0,00025	0.000437	0.001133	-0.00026
2	02/9/20	9600	0	0	0.000437	0.001076	-0.00020
3	03/9/20	9744	0	0	0.000437	0.001072	-0.00020
4	04/9/20	13608	0	0	0.000437	0.000975	-0.00010
5	05/9/20	9058	0	0	0.000437	0.001096	-0.00022
6	07/9/20	7214	0	0	0.000437	0.001175	-0.00030
7	08/9/20	9096	0	0	0.000437	0.001095	-0.00022
8	09/9/20	9456	0	0	0.000437	0.001082	-0.00021
9	10/9/20	9648	0	0	0.000437	0.001075	-0.00020
10	11/9/20	13608	3	0,00022	0.000437	0.000975	-0.00010
11	12/9/20	9072	0	0	0.000437	0.001095	-0.00022
12	14/9/20	4824	0	0	0.000437	0.00134	-0.00047
13	15/9/20	9744	0	0	0.000437	0.001072	-0.00020
14	16/9/20	9528	0	0	0.000437	0.001079	-0.00020
15	17/9/20	9648	0	0	0.000437	0.001075	-0.00020
16	18/9/20	13248	25	0,00189	0.000437	0.000982	-0.00011
17	19/9/20	9075	0	0	0.000437	0.001095	-0.00022
18	21/9/20	4533	0	0	0.000437	0.001368	-0.00049
19	22/9/20	9384	0	0	0.000437	0.001084	-0.00021
20	23/9/20	14544	7	0,00048	0.000437	0.000957	-0.00008
21	24/9/20	1472	27	0,01834	0.000437	0.002072	-0.00120
22	25/9/20	13608	11	0,00081	0.000437	0.000975	-0.00010
23	26/9/20	9114	2	0,00022	0.000437	0.001094	-0.00022
24	28/9/20	0	0	0	0.000437	0	0
25	29/9/20	9582	0	0	0.000437	0.001078	-0.00020
26	30/9/20	4824	24	0,00498	0.000437	0.00134	-0.00047
		231336	101				



Gambar 4.14 Peta kendali pada *defect cup* isi tanpa *lid*.

Dari hasil diagram peta kendali diatas dapat diketahui bahwa ada data yang keluar dari batas kendali yang sudah ditentukan. data tersebut ada pada *defect* yang terjadi pada data ke-16, 21 dan 26.

Pembahasan:

Dari hasil perhitungan u-chart pada bulan September 2020 dari ke 10 jenis cacat yang terjadi, 1 data keluar batas pada cacat *lid* tidak rata, 2 data keluar batas pada jenis cacat kotor air dan *cup* bocor, 3 data yang keluar batas pada cacat *filler* isi dan *cup* isi tanpa *lid*, 6 data yang keluar batas pada cacat *cup* kosong tanpa *lid*, 7 data keluar batas pada cacat *lid* tidak *tersealing* sempurna, 11 data pada cacat *lid* bocor halus yang keluar batas, kemudian terdapat 19 data yang keluar batas pada cacat *volume* kurang, dan data yang paling banyak keluar batas kendali terjadi pada jenis cacat *lid* miring yaitu sebanyak 20 data dengan total keseluruhan 26 data.

Pertama paada jenis cacat *lid* tidak rata data yang berada diluar batas kendali terdapat pada data ke-16 yang terjadi pada tanggal 18 September 2020 dengan

proporsi nilai cacat sebesar 0,00015 sedang batas UCL dan LCL masing-masing sebesar 0,000126 dan -0,00009 sehingga melampaui batas atas yang telah ditentukan. Penyimpangan pada cacat *lid* tidak rata terjadi karena pengaturan sensor mesin yang berubah secara acak (*error*) yang menyebabkan pada saat pengepresan *lid* ke *cup* mengalami ketidak sesuaian. Selain itu juga disebabkan oleh operator yang kurang fokus dalam mengatur setelan *lid* serta pengaturan *belt* rem yang kurang tepat.

Yang kedua, jenis cacat *cup* kosong tanpa *lid*. Terdapat 6 data yang keluar batas kendali. Yang paling signifikan terlihat pada data ke-21 yang terjadi pada tanggal 21 September yaitu data yang memiliki proporsi cacat sebesar 0,10870 dengan UCL dan LCL masing-masing sebesar 0,020524 dan 0,003415 sehingga data melewati batas atas yang telah ditentukan. Hal ini disebabkan beberapa faktor yang terjadi pada mesin seperti *holder* goyang, *film adjusting* tidak *interlock* dan juga suhu mesin yang terlalu rendah.

Lalu yang ketiga adalah cacat *lid* miring yang mana pada jenis cacat ini terdapat 20 data yang berada diluar batas kendali. Dilihat pada data ke-1 dalam tabel 4.4 terdapat 626 produk cacat dari total 8104 produk yang diproduksi pada hari itu dengan proporsi cacat sebesar 0,07725 dan masing-masing UCL dan LCL sebesar 0,017115 dan 0,009435. Jenis cacat ini dapat dikatakan yang paling sering terjadi diantara yang lain dikarenakan *error* pada sensor mesin serta pengaturan *belt* rem yang kurang tepat yang mengakibatkan produk memiliki tutup kemasan (*lid*) dimana posisinya tidak presisi sebagaimana mestinya, seperti geser, mengkerut atau semacamnya.

Keempat, pada cacat kotor air hanya terdapat dua data yang keluar batas kendali yang terjadi pada data ke-19 dan 21. Dengan proporsi cacat, UCL dan LCL pada data ke-19 masing-masing sebesar 0,00373, UCL 0,002898, LCL 0,000387 kemudian pada data ke-21 proporsi cacatnya sebesar 0,01427 dengan UCL 0,04812 dan LCL -0,00153. Kecacatan ini disebabkan oleh kotoran atau benda asing yang menempel pada kemasan yang berasal dari sisa proses produksi sebelumnya.

Kemudian yang kelima terdapat jenis cacat yang terjadi pada volume, yakni volume kurang. Terdapat 19 data yang keluar batas kendali atas dan batas kendali

bawah yang telah ditentukan. Salah satunya data yang paling signifikan dilihat dari *u-chart* adalah data ke-21 dengan proporsi cacat sebesar 1,19226 dengan UCL dan LCL masing-masing sebesar 0,166248 dan 0,108305 sehingga data terletak diluar batas kendali atas. Jenis cacat ini dapat terjadi karena volume air yang diisi dalam cup tidak maksimal atau < 220 ml dan air produk pada *cup* yang diisi tumpah. Hal ini disebabkan oleh *filter* pada mesin pengisian (*filling unit*) yang kotor oleh lender ozon O_3 dan air prroduk yang diisi tumpah terjadi karena *holder* goyang yang disebabkan oleh baut *counter* tidak kencang dan *bearing indexer* aus.

Jenis cacat yang keenam adalah cacat *lid* bocor halus. Pada cacat ini terdapat 4 data yang keluar batas kendali atas dan 7 data yang berada diluar batas kendali bawah. Dilihat pada Gambar 4.9 data yang keluar batas kendali bawah tidak cukup signifikan, sedangkan data yang sangat signifikan terlihat pada data yang berada diluar batas kendali atas yaitu data ke-18 dan 21. Pada data ke-18 proporsi cacatnya adalah sebesar 0,01301 dengan batas kendali atas (UCL) sebesar 0,005178 dan batas kendali bawah (LCL) sebesar 0,00045. Dan pada data ke-21 proporsi cacat yang diitung sebesar 0,01087 dengan UCL dan LCL masing-masing sebesar 0,006962 dan -0,00133 sehingga kedua data tersebut keluar batas kendali atas. Penyimpangan ini terjadi karena bahan baku lid yang bermasalah atau *lid* terlalu tipis (kurang dari 55 mikron) dari *supplier*.

Yang ketujuh, pada jenis cacat *lid* tidak *tersealing* sempurna terdapat 7 data yang berada di luar batas kendali yaitu data ke- 2, 3, 7, 12, 20, 21 dan 26. Diantara ketujuh data tersebut data ke-21 yang kenaikan grafiknya sangat signifikan dengan proporsi cacat sebesar 0,13995 dan UCL serta LCL masing-masing sebesar 0,025276 dan 0,005787 sehingga data berada diluar batas kendali atas. Penyimpangan ini terjadi karena kurang panasnya *sealer* yang berfungsi untuk mempress *lid* sehingga yang suhu kurang akan mengakibatkan *lid* tidak menempel dengan baik.

Kedelapan adalah jenis cacat yang terjadi pada *cup*, yaitu *cup* bocor. Pada jenis cacat ini hanya terdapat 2 data yang keluar batas kendali atas. Yaitu data ke-19 dan 21. Pada data ke-19, proporsi cacat yang dimiliki adalah 0,00767 dengan UCL dan LCL sebesar 0,001821 dan -0,00003. Sedangkan pada data ke-21,

proporsi cacat yang dimilikinya sebesar 0,00951 dengan UCL dan LCL sebesar 0,003234 dan -0,00144. Sehingga kedua-duanya berada diluar batas kendali atas. Penyimpangan yang terjadi disebabkan oleh beberapa faktor antara lain, pengaturan suhu *heater* yang berubah dengan sendirinya (*error*) dan kemasan yang terjepit pada persimpangan di *conveyor*.

Selanjutnya yang kesembilan adalah cacat *filler* isi. Terdapat 3 data yang berada diluar batas kendali yaitu pada data ke-8, 20 dan 26. Ketiganya berada diluar batas kendali atas dengan proporsi cacat masing-masing adalah 0,00518, 0,00165 dan 0,00518. Dengan batas UCL dan LCL masing-masing 0,001059 dan -0,00021, selanjutnya 0,000936 dan -0,000009 dan yang terakhir 0,001313 dan -0,00047. Penyimpangan-penyimpangan yang menyebabkan produk berada diluar batas kendali atas adalah karena kesalahan pada saat proses pengisian *cup*. Serta pengaturan mesin yang kurang sesuai dan metode atau prosedur kurang dijalankan dengan baik.

Dan yang terakhir adalah cacat *cup* isi tanpa *lid*. pada jenis cacat ini terdapat 3 data yang melampaui batas kendali atas, dan yang paling signifikan adalah data ke-21 dengan proporsi cacat sebesar 0,01834 dengan nilai UCL dan LCL masing-masing sebesar 0,00207 dan -0,000120 sehingga data tersebut berada diluar batas kendali atas. Hal ini dapat terjadi karna adanya penyimpangan yang disebabkan oleh *error* mesin saat proses produksi karena beberapa faktor seperti *holder* goyang, *film adjusting* tidak *interlock* dan juga suhu terlalu rendah.

4.2.2 Perhitungan *Defect per Million Opportunity* (DPMO) dan Nilai *Sigma*

Langkah selanjutnya yaitu menghitung nilai DPMO dan nilai *sigma* pada masing-masing proses. DPMO adalah ukuran kegagalan dalam *Six Sigma* yang dapat menunjukkan kegagalan per sejuta kemungkinan. Tujuan DPMO adalah untuk mengukur berapa tingkat *Six Sigma* yang diakibatkan cacat tersebut.

Berikut ini merupakan langkah-langkah perhitungan nilai TOP (*Total Opportunities*), DPO (*Defect per Million*), DPMO (*Defect per Million Opportunities*) dan nilai *sigma* pada table dan tingkat *sigma* pada produk air mineral Aqua kemasan cup 220 ml.

$$\text{TOP (Total Opportunities)} = \text{Jumlah Produksi} \times \text{CTQ} \quad (4.1)$$

$$\text{DPO (Defect Per Opportunities)} = \text{Jumlah Cacat} / \text{TOP} \quad (4.2)$$

$$\text{DPMO (Defect Per Million Opprotunities)} = \text{DPO} \times 1000000 \quad (4.3)$$

$$\text{Sigma} = \text{NORM.S.INV}((1000000 - \text{H2}) / 1000000) + 1.5 \quad (4.4)$$

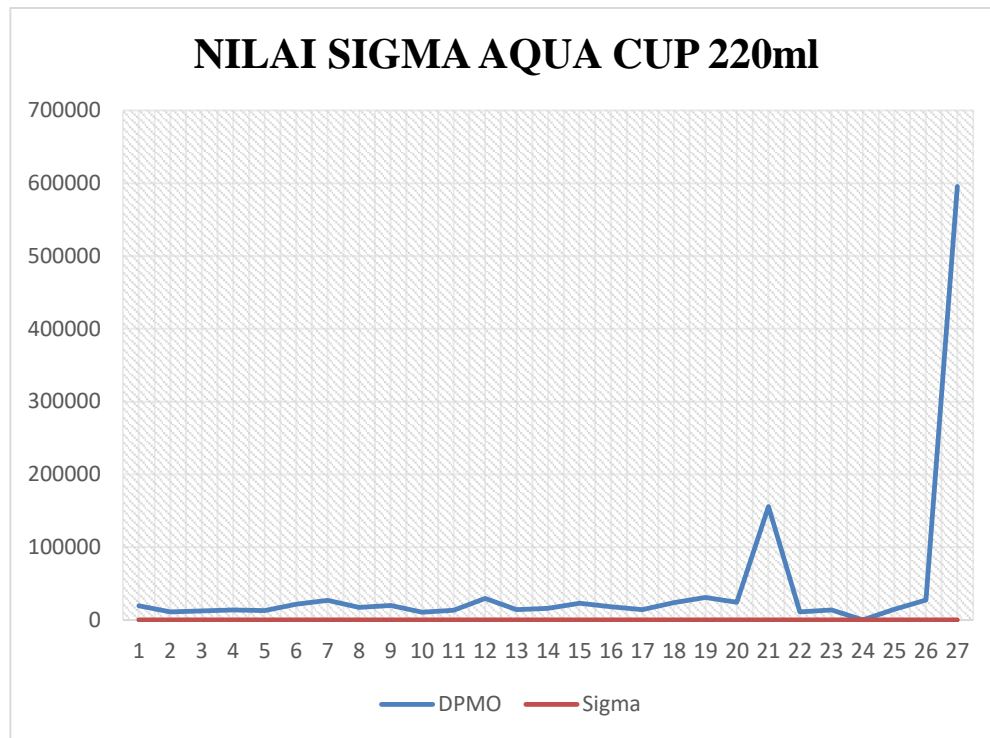
Tabel *Critical to Quality*:

No	CTQ Aqua <i>cup</i> 220ml
1	<i>Lid</i> tidak rata
2	<i>Cup</i> kosong tanpa <i>lid</i>
3	<i>Lid</i> miring
4	Kotor air
5	Volume kurang
6	<i>Lid</i> bocor halus
7	<i>Lid</i> tidak <i>tersealing</i> sempurna
8	<i>Cup</i> bocor
9	<i>Filler</i> isi
10	<i>Cup</i> isi tanpa <i>lid</i>

Tabel 4.13 Tabel *Critical to Quality*

Tabel 4.14 Konversi hasil perhitungan DPMO dengan tabel *Six Sigma*

No.	Jumlah Produksi	Jumlah Defect	CTQ	DPU	TOP	DPO	DPMO	Sigma
1	8104	1575	10	0.19435	81040	0.01943	19434.85	3.57
2	9600	1078	10	0.11229	96000	0.01123	11229.17	3.78
3	9744	1203	10	0.12346	97440	0.01235	12346.06	3.75
4	13608	1858	10	0.13654	136080	0.01365	13653.73	3.71
5	9058	1175	10	0.12972	90580	0.01297	12971.96	3.73
6	7214	1547	10	0.21444	72140	0.02144	21444.41	3.52
7	9096	2458	10	0.27023	90960	0.02702	27022.87	3.43
8	9456	1642	10	0.17365	94560	0.01736	17364.64	3.61
9	9648	1928	10	0.19983	96480	0.01998	19983.42	3.55
10	13608	1455	10	0.10692	136080	0.01069	10692.24	3.80
11	9072	1200	10	0.13228	90720	0.01323	13227.51	3.72
12	4824	1429	10	0.29623	48240	0.02962	29622.72	3.39
13	9744	1379	10	0.14152	97440	0.01415	14152.3	3.69
14	9528	1516	10	0.15911	95280	0.01591	15911	3.65
15	9648	2210	10	0.22906	96480	0.02291	22906.3	3.50
16	13248	2408	10	0.18176	132480	0.01818	18176.33	3.59
17	9075	1298	10	0.14303	90750	0.01430	14303.03	3.69
18	4533	1076	10	0.23737	45330	0.02374	23737.04	3.48
19	9384	2903	10	0.30936	93840	0.03094	30935.64	3.37
20	14544	3544	10	0.24367	145440	0.02437	24367.44	3.47
21	1472	2291	10	1.55639	14720	0.15564	155638.6	2.51
22	13608	1488	10	0.10935	136080	0.01093	10934.74	3.79
23	9114	1248	10	0.13693	91140	0.01369	13693.22	3.71
24	0	0	10	0	0	0	0	0
25	9582	1403	10	0.14642	95820	0.01464	14642.04	3.68
26	4824	1319	10	0.27342	48240	0.02734	27342.45	3.42
Total	231336	42631		5.95734	Rata-rata		22912.83	3.43



Gambar 4.15 Grafik Nilai Sigma Aqua kemasan *cup* 220ml

Data diperoleh dari hasil pengamatan selama bulan September 2020 yang memuat data jenis cacat dan jumlah cacat pada bagian tersebut. Hasil dari perhitungan nilai DPMO digunakan untuk mengetahui perbandingan cacat per satu juta kesempatan. Dari hasil perhitungan diperoleh rata-rata nilai DPMO sebesar 22912.83 dan nilai *sigma* sebesar 3.43. Nilai rata-rata dari DPMO tersebut dapat diartikan bahwa ada kemungkinan 22912.83 kecacatan yang akan terjadi dalam satu juta air minum dalam kemasan *cup* Aqua 220 ml yang dihasilkan. Sedangkan jika dikonversikan menjadi nilai *sigma*, maka nilai yang didapatkan sebesar 3.43 yang menunjukkan bahwa masih terlampau jauh dari nilai 6 *sigma*, walaupun apabila dilihat dari nilai *sigmanya* proses produksi air minum dalam kemasan *cup* 220ml pada PT Tirta Investama Langkat sudah cukup baik. Hal ini dikarenakan karena nilai *sigma* rata-rata industri di Indonesia adalah sekitar 2-3 *sigma*. Namun dikarenakan belum mencapai *zero defect* dimana dapat mengurangi pemborosan material dan tenaga yang timbul akibat *reject*, maka proses produksi harus meningkatkan nilai *sigmanya* agar jumlah kecacatan produk dapat ditekan.

4.2.3 Pengukuran Tingkat Kapabilitas Proses (*Capability Process*)

$$Cp = 1 - \bar{p}$$

$$Cp = 1 - \frac{5,95734}{26}$$

$$Cp = 1 - 0,22913$$

$$Cp = 0,77087$$

Dari hasil perhitungan tingkat kapabilitas tersebut yang bernilai $Cp = 0,77087$ dapat diketahui bahwa kemampuan proses belum terpusat pada target. Nilai $Cp < 1.00$ menunjukkan bahwa kapabilitas pada proses masih sangat rendah, sehingga perlu ditingkatkan kinerja melalui peningkatan pada proses. Hal ini berarti bahwa masih perlu upaya-upaya untuk peningkatan kualitas pada PT Tirta Investama Langkat agar memiliki tingkat kegagalan sangat kecil menuju nol (*zero defect oriented*).

4.3 Analyze

4.3.1 Histogram

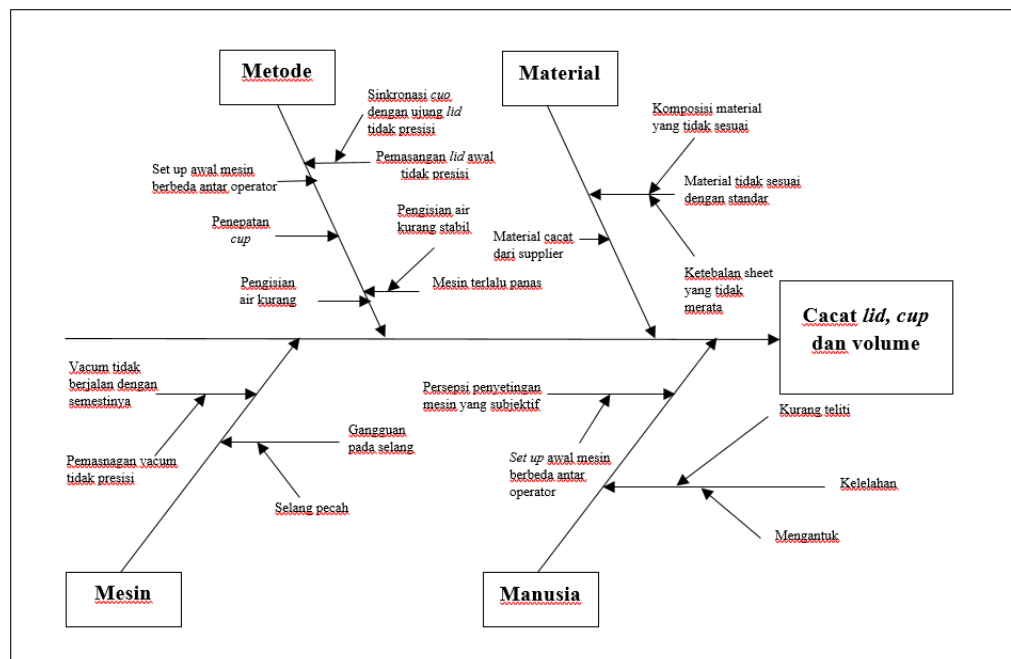
Histogram ini digunakan sebagai *ranking* atau urutan untuk mengetahui jenis cacat yang paling dominan atau sering terjadi sampai ke yang jarang terjadi.



Gambar 4.16 Histogram Tingkat Kecacatan Produk Aqua 220 ml.

Dari histogram diatas diketahui bahwa jenis cacat yang paling banyak terjadi adalah cacat *volume* kurang dengan jumlah 31.757 *cup*, selanjutnya *lid* tidak *tersealing* sempurna dan *lid* miring yang masing-masing 3593 dan 3071, *cup* kosong tanpa *lid* sebanyak 2769, *lid* bocor halus sebanyak 651 *cup*, kotor air sebanyak 380 *cup*, dan cacat *cup* bocor 207 *cup*, *cup* isi tanpa *lid*, *filler* isi serta *lid* tidak rata masing-masing sebanyak 101, 98 dan 4 *cup* cacat. Produk tersebut sudah diperiksa melalui beberapa tahap pemeriksaan dan dinyatakan memenuhi standar kualitas yang telah ditetapkan, maka produk tersebut dapat dilanjutkan ke tahap proses selanjutnya yaitu membuat diagram *fishbone* untuk mencari sebab dan akibat yang terjadi pada cacat tersebut diurutkan dari cacat yang paling dominan yaitu *volume* kurang, *lid* tidak *tersealing* sempurna, *lid* miring, *cup* kosong tanpa *lid*, *lid* bocor halus, kotor air, *cup* bocor, *cup* isi tanpa *lid*, *filler* isi dan terakhir adalah *lid* yang tidak rata.

4.3.2 Diagram Fishbone



Gambar 4.17 Diagram Fishbone defect produk Aqua 220ml

Diagram *fishbone* digunakan untuk mencari faktor-faktor penyebab terjadinya cacat pada suatu proses produksi setelah dilakukannya analisis. Berikut merupakan faktor-faktor yang telah di analisis atas penyebab jenis cacat yang terjadi pada *lid*, *cup* dan volume disebabkan oleh beberapa faktor antara lain:

1. Faktor *material*

Material, terdiri dari kecacatan bahan baku dari *supplier*, komposisi *material* yang tidak sesuai sehingga menyebabkan *cup* regas, pemilihan *material* yang tidak sesuai dimana hal ini akan menyebabkan pencampuran *material* antara resin dan *regrain* menjadi tidak sesuai dan menyebabkan *cup* mudah pecah, material tidak sesuai dengan standar kualitas yang ada contohnya *sheet* yang kotor dan *lid* yang kurang lentur, ketebalan *sheet* yang tidak merata.

2. Faktor metode

Faktor metode meliputi cara-cara atau teknik pada saat proses produksi yang dijalankan oleh operator, yang dapat menyebabkan kecacatan pada *lid*, *cup*, dan *volume* terdiri dari tingkat sinkronisasi ujung *lid* dan *cup* yang tidak presisi sehingga menyebabkan *lid* miring, tingkat sinkronisasi *bucket* dan *trimmer* yang tidak presisi sehingga menyebabkan kebocoran *lid*, transfer panas kurang maksimal yang menyebabkan kebocoran *lid*, proses *thermoforming* tidak sempurna yang menyebabkan bagian *cup* tidak sesuai, serta proses pemanasan mesin yang tidak optimal sehingga menyebabkan *cup* rontok, belum adanya SOP pada penyetingan *set up* mesin menyebabkan masing-masing operator berbeda dalam penanganan mesin.

3. Faktor manusia

Faktor manusia yaitu operator yang kurang teliti dalam bekerja. Selain itu faktor dari manusia akibat turunnya konsentrasi kerja pada operator yang dapat disebabkan oleh kelelahan, kebisingan akibat distraksi lingkungan lantai produksi dan suhu lantai produksi yang mencapai 34° C sehingga menyebabkan operator kurang teliti dan mengantuk.

4. Faktor Mesin

Terdiri dari *vacuum* yang tidak berjalan dengan semestinya (*error*), *cooling tower* pada mesin pencetakan mati sehingga menyebabkan *sheet* menjadi panas dan menyebabkan *cup* menjadi buram, mesin yang sering mati, *cutter* mulai tumpul menyebabkan pemotongan *sheet* menjadi maksimal, serta terjadi gangguan pada selang.

4.4 *Improve*

Pada tahap ini berisi usulan tentang perbaikan yang bisa dilakukan perusahaan agar dapat memproduksi secara optimal. Pada penelitian ini peneliti hanya sebatas menyarankan atau memberi usulan pada pabrik untuk melakukan beberapa perbaikan. Setelah diidentifikasi ada beberapa penyebab sehingga terjadinya cacat pada produk Aqua 220ml yaitu:

No	Sumber Cacat	<i>Improve</i> (Saran)
1	Mesin	Memasang <i>blower</i> agar suhu ruangan stabil serta melakukan pembersihan kotoran sisa proses sebelumnya secara berkala
2	Material	Melakukan pengendalian material yang lebih ketat ketat mulai dari material datang dari pemasok hingga material masuk pada proses produksi disertai peningkatan ketelitian dari pihak <i>Quality Control</i> dalam melakukan pemeriksaan material yang diterima dari <i>supplier</i> .
3	Manusia	Memberikan bimbingan atau <i>training</i> dan pengawasan yang ketat dan disiplin untuk pekerja agar melaksanakan SOP yang telah ada.
4	Metode	Melakukan inspeksi lapangan secara lebih rutin supaya dapat memantau jalannya produksi dan menganalisa masalah yang timbul selama proses produksi.

Tabel 4.15 Tabel Sumber Cacat dan Saran Perbaikannya

4.5 Pembahasan Secara Umum

Setelah melakukan wawancara dengan pihak *Quality Control* di PT Tirta Investama Langkat diketahui bahwa proses pengendalian kualitas yang diterapkan adalah dengan melakukan pengecekan *incoming material* yang telah dirujuk oleh QPA (*quality plan agreement*) ke *supplier*. Metode yang dilakukan menggunakan teknik *sampling* MIL-STD yaitu metode untuk menentukan penerimaan atau penolakan lot (dalam hal ini 1 lot = 1 kardus AMDK dimana berisi 48 buah) yang akan diamati, jika *PASS* (lewat), *material* tersebut akan digunakan dalam produksi, dan jika tidak maka *material* tersebut ditolak. Saat produksi, tim produksi melakukan pengecekan secara *visual* (*visual checking*), jika terdapat produk yang *out standing* (diluar kriteria) maka produk akan dikembalikan ke gudang.

Kemudian dengan melihat *histogram* yang telah ditunjukkan pada Gambar 4.17 diketahui tingkat kecacatan yang terjadi pada bulan September 2020 paling dominan adalah jenis cacat *volume* kurang. *Volume* kurang adalah kondisi dimana *volume* air yang terisi pada *cup* tidak sesuai dengan standar / kurang dan bisa juga terjadi karna air produk yang diisi pada *cup* tumpah. Hal ini dapat terjadi karena *filter* pada mesin pengisian (*filling unit*) telah kotor oleh lender ozon O₃. Sementara air produk yang terisi pada *cup* tumpah dikarenakan *holder* goyang yang disebabkan oleh baut *counter* tidak kencang dan *bearing indexer* pada mesin *aus*.

Berdasarkan keadaan ini, saran yang dapat dilakukan untuk mengurangi atau meminimumkan cacat produk yang terjadi adalah dengan melakukan kalibrasi alat. Menurut wawancara yang telah dilakukan dengan pihak *Quality Control* PT Tirta Investama Langkat kalibrasi alat dapat dilakukan setelah 400 jam pemakaian. Dan untuk sumber kecacatan yang lainnya dapat disebabkan oleh beberapa faktor antara lain: faktor mesin, *material*, manusia dan metode. Sebagaimana yang telah dipaparkan dalam Tabel 4.15 diperoleh beberapa saran perbaikan seperti memberikan *training* untuk pekerja agar melaksanakan SOP dengan baik, melakukan pengendalian kualitas yang lebih baik dalam melakukan pemeriksaan *material*, pemasangan blower untuk menstabilkan suhu ruangan yang berakibat

pada mesin juga, serta melakukan inspeksi lapangan secara lebih rutin untuk memantau jalannya produksi. Jika pengendalian kualitas yang diterapkan telah baik maka, tujuan tercapainya tingkat 6-*sigma*, yaitu hanya terdapat 3.4 kecacatan dari satu juta kemungkinan. akan lebih mudah.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil analisis perhitungan dan pembahasan yang telah dilakukan, kesimpulan yang dapat diambil pada penelitian ini adalah:

1. Nilai *Defect Per Million Oppurtunity* (DPMO) untuk cacat pada proses produksi Aqua Cup 220ml adalah sebesar 22912.83 artinya dalam satu juta kesempatan akan terdapat 22913 unit kemungkinan produk akan mengalami cacat pada proses produksi Aqua cup 220ml. Sedangkan untuk *level sigmanya* adalah sebesar 3.43 dan nilai kapabilitas prosesnya adalah 0,77087 yang menunjukkan bahwa masih perlu pengendalian proses yang baik untuk meminimumkan cacat produk.
2. Pada produk air minum dalam kemasan cup 220 ml terdapat 10 jenis cacat yaitu *lid* tidak rata, *cup* kosong tanpa *lid*, *lid* miring, kotor air, *volume* kurang, *lid* bocor halus, *lid* tidak *tersealing* sempurna, *cup* bocor, *filler* isi dan *cup* isi tanpa *lid*. Faktor yang menyebabkan terjadi penyimpangan-penyimpangan atau kecacatan pada produk adalah kelalaian operator, terjadinya *error* pada mesin dan metode yang digunakan dalam produksi.

5.2 Saran

Penelitian ini masih perlu dilanjutkan atau dikembangkan lagi, terlebih lagi diharapkan perusahaan dapat menerapkan metode *Lean six sigma* untuk mengukur hasil pencapaian yang telah dilakukan pada saat produksi. Oleh karena itu penulis menyarankan untuk melakukan perbaikan kualitas dengan semaksimal mungkin dan dapat pelajari dengan baik metode *six sigma* agar bisa mencapai 6 *Sigma* dan 3.4 nilai DPMO.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Quran Terjemahan. 2015. *Departemen Agama RI*. Bandung: CV Darus Sunnah
- Ariani, D. W. 2005. *Pengendalian Kualitas Statistik (Pendekatan Kuantitatif dalam Manajemen Kualitas)*. Yogyakarta: Penerbit ANDI
- Crosby, Philip B. 1979. *Quality is Free: The Art of Making Quality Certain*. New York: Lexington Books
- Gasperz, Vincent. 2002. *Pedoman Implementasi Program Six Sigma Terintegrasi dengan ISO 9001: 2000 MBNQA dan HCCP*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama
- Gaspersz, Vincent. 2007. *Lean Six Sigma for Manufacturing and Service Industries*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama
- Gazpersz, Vincent. 2010. *Total Quality Management (TQM)*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama
- Gaspersz, Vincent dan Avanti Fontana. 2011. *Lean Six Sigma for Manufacturing and Service Industries*. Bogor: Penerbit Vinchrsto Publication
- Grant, E. L. dan Leavenworth, R. S. 1988. *Pengendalian Mutu Statistis, Edisi Ke-6*. Jakarta: Penerbit Erlangga
- Hasibuan, Malayu S.P. 2016. *Manajemen Sumber Daya Manusia*. Jakarta: PT Bumi Aksara
- Heizer, Jay dan Barry Render. 2006. *Operations Managemen, diterjemahkan oleh Dwianoegrawati Setyoningsih dan Indra Almahdy*. Jakarta: Salemba Empat.
- Montgomery, D.C. 2001. *Pengantar Pengendalian Kualitas Statistik (Zanzawi Soejati, Penerjemah)*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Nasution, Nur. 2015. *Manajemen Mutu Terpadu*. 2015. Bogor: Ghalia Indonesia

- Pande, Peter S. Robert P, Newman, Roland R, Cavanagh. 2002. *The Six Sigma Way: Bagaimana GE, Motorola dan Perusahaan Terkenal Lainnya Mengasah Kinerja Mereka*. Yogyakarta: Penerbit Andi
- Soemowijojo, Arini T. 2017. *Six Sigma: Metode Pengukuran Kinerja Perusahaan Berbasis Statistik*. Jakarta: Raih Asa Sukses
- Didi Haryono, Marsal, dan Bakhtiar. 2018. *Quality Control Analysis of Production with Six-Sigma Method in drinking Water Industry PT Asera Tirta Posidonia*. **Jurnal Sainsmat Vol VIII No.2. 2579-5686**
- Gita Suci Ramadhani, Yuciana dan Suparti. 2014. *Analisis Pengendalian Kualitas Menggunakan Diagram Kendali Demerit*. **Jurnal Gaussian Volume 3 No.3. 2339-2541**
- Munir Salim. 2017. *Jual Beli Secara Online Menurut pandangan Hukum Islam*. **Jurnal Ad-Daulah Vol.6 No.2, Hal 371-386**
- Ola Yemima, Darnah A. Nohe dan Yuki Novia Nasution. 2014. *The Application of Demerit Control Chart and Pareto Diagram on Quality Control of Production*. **Jurnal EKSPONENSIAL Volume 5 No.2. 2085-7829**
- Sanny, Ari Fakhru. 2015. *Implementasi Metode Lean Six Sigma Sebagai Upaya Meminimalkan cacat Produk Kemasan Cup Air Mineral 240ml (Studi Kasus Perusahaan Air Minum)*. **Jurnal Gaussian: Vol 4, No.2, Hal 227-236**
- Nazava. 2019. <https://www.nazava.com/air-minum/> (Diakses 12 Januari 2021)

LAMPIRAN I

Data Produk *Reject* Aqua 220ml September 2020

REJECT PROSES 220 ML												
TGL	Shift	JAM KERJA	Lid tidak rata	Cup Kosong tanpa Lid	Lid Miring	Kotor Air	Volume Kurang	Lid Bocor Halus	Lid Tidak Tersealing Sempurna	Cup Bocor	Filler Isi	Cup Isi Tanpa Lid
0	1	07.00-08.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	08.00-09.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	09.00-10.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	10.00-11.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	11.00-12.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	12.00-13.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	13.00-14.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	14.00-15.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	15.00-16.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	16.00-17.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	17.00-18.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	18.00-19.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	19.00-20.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	20.00-21.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	21.00-22.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	22.00-23.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	23.00-24.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	24.00-01.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	01.00-02.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	02.00-03.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	03.00-04.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	04.00-05.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	05.00-06.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	06.00-07.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	07.00-08.00	0	21	0	3	106	0	12	2	0	0
	1	08.00-09.00	0	11	0	0	41	0	16	2	0	0
	1	09.00-10.00	0	3	0	0	46	0	3	3	0	0
	1	10.00-11.00	0	7	0	1	61	0	15	0	0	0
	1	11.00-12.00	0	2	0	1	21	0	0	1	0	0
	1	12.00-13.00	0	0	0	0	15	0	0	2	0	0
	1	13.00-14.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	14.00-15.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	15.00-16.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	16.00-17.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	17.00-18.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	18.00-19.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	19.00-20.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	20.00-21.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	21.00-22.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	22.00-23.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	23.00-24.00	0	3	0	1	47	5	2	0	0	0
	3	24.00-01.00	0	3	0	0	48	6	4	0	0	0
	3	01.00-02.00	0	6	0	1	37	2	21	0	0	0
	3	02.00-03.00	0	2	0	0	59	1	3	0	0	0
	3	03.00-04.00	0	0	500	1	39	6	26	0	0	0
	3	04.00-05.00	0	3	2	0	46	2	7	0	0	2
	3	05.00-06.00	0	22	124	0	52	3	27	0	0	0
	3	06.00-07.00	0	4	0	2	45	4	12	0	0	0
2	1	07.00-08.00	0	9	0	0	46	0	2	0	0	0

	1	08.00-09.00	0	13	0	10	54	0	0	0	0	0
	1	09.00-10.00	0	4	0	1	43	0	3	0	0	0
	1	10.00-11.00	0	12	30	0	57	0	2	0	0	0
	1	11.00-12.00	0	4	4	3	47	1	2	0	0	0
	1	12.00-13.00	0	15	0	0	54	0	1	0	0	0
	1	13.00-14.00	0	9	0	0	57	0	5	0	0	0
	1	14.00-15.00	0	8	0	0	30	0	4	0	0	0
	2	15.00-16.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	16.00-17.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	17.00-18.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	18.00-19.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	19.00-20.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	20.00-21.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	21.00-22.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	22.00-23.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	23.00-24.00	0	4	0	1	37	2	0	0	0	0
	3	24.00-01.00	0	0	0	0	53	8	5	2	0	0
	3	01.00-02.00	0	2	24	1	59	4	3	0	0	0
	3	02.00-03.00	0	4	0	0	83	4	4	0	0	0
	3	03.00-04.00	0	17	0	0	50	0	0	0	0	0
	3	04.00-05.00	0	1	0	0	58	1	0	0	0	0
	3	05.00-06.00	0	4	0	0	41	12	8	0	0	0
	3	06.00-07.00	0	6	0	1	42	4	3	0	0	0
3	1	07.00-08.00	0	12	0	2	35	0	22	2	0	0
	1	08.00-09.00	0	5	0	1	44	0	14	2	0	0
	1	09.00-10.00	0	19	0	1	45	0	17	0	0	0
	1	10.00-11.00	0	14	0	2	61	0	23	0	0	0
	1	11.00-12.00	0	16	40	0	44	0	22	1	0	0
	1	12.00-13.00	0	16	0	0	25	0	12	2	0	0
	1	13.00-14.00	0	1	0	2	14	0	7	0	0	0
	1	14.00-15.00	0	3	0	0	7	0	1	0	0	0
	2	15.00-16.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	16.00-17.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	17.00-18.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	18.00-19.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	19.00-20.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	20.00-21.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	21.00-22.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	22.00-23.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	23.00-24.00	0	12	108	0	48	3	40	1	0	0
	3	24.00-01.00	0	4	0	1	45	3	8	0	0	0
	3	01.00-02.00	0	0	0	0	51	0	15	0	0	0
	3	02.00-03.00	0	3	2	0	25	1	8	0	0	0
	3	03.00-04.00	0	7	0	1	41	2	3	0	0	0
	3	04.00-05.00	0	1	0	0	46	24	21	0	0	0
	3	05.00-06.00	0	4	0	2	53	10	11	0	0	0
	3	06.00-07.00	0	4	0	0	53	2	6	0	0	0
4	1	07.00-08.00	0	5	0	1	32	0	5	0	0	0
	1	08.00-09.00	0	7	0	0	29	0	4	0	0	0
	1	09.00-10.00	0	5	0	0	22	0	11	0	0	0
	1	10.00-11.00	0	16	0	4	39	0	30	0	0	0
	1	11.00-12.00	0	2	0	1	28	0	8	0	0	0
	1	12.00-13.00	0	0	0	0	12	0	3	0	0	0
	1	13.00-14.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	14.00-15.00	0	0	0	0	66	0	0	0	0	0
	2	15.00-16.00	0	2	0	2	129	0	19	0	0	0
	2	16.00-17.00	0	1	25	1	40	0	21	0	0	0
	2	17.00-18.00	0	0	0	1	168	0	12	0	0	0
	2	18.00-19.00	0	0	0	0	107	0	20	0	0	0
	2	19.00-20.00	0	0	0	1	146	0	20	0	0	0
	2	20.00-21.00	0	0	0	1	71	0	0	0	0	0

8	1	10.00-11.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	1	11.00-12.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	1	12.00-13.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	1	13.00-14.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	1	14.00-15.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	2	15.00-16.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	2	16.00-17.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	2	17.00-18.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	2	18.00-19.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	2	19.00-20.00	0	11	450	2	173	14	17	0	0	0
	2	20.00-21.00	0	8	30	0	123	3	18	0	0	0
	2	21.00-22.00	0	9	0	1	130	7	8	0	0	0
	2	22.00-23.00	0	0	0	1	51	3	2	0	0	0
	3	23.00-24.00	0	20	0	0	78	0	13	0	0	0
	3	24.00-01.00	0	10	0	0	65	0	19	0	0	0
	3	01.00-02.00	0	1	0	1	14	0	5	0	0	0
	3	02.00-03.00	0	8	0	0	29	0	10	0	0	0
	3	03.00-04.00	0	6	0	1	51	0	9	0	0	0
	3	04.00-05.00	0	0	0	0	16	0	5	0	0	0
	3	05.00-06.00	0	10	0	0	58	0	5	0	0	0
	3	06.00-07.00	0	0	0	0	46	0	6	0	0	0
	1	07.00-08.00	0	2	50	0	246	0	0	0	0	0
	1	08.00-09.00	0	5	0	0	254	0	0	0	0	0
	1	09.00-10.00	0	5	0	0	280	1	0	0	0	0
	1	10.00-11.00	0	8	0	0	247	0	0	0	0	0
	1	11.00-12.00	0	5	0	0	51	1	0	0	0	0
	1	12.00-13.00	0	5	0	0	58	0	0	0	0	0
	1	13.00-14.00	0	7	0	0	46	0	0	0	0	0
	1	14.00-15.00	0	5	0	0	87	0	0	0	0	0
	2	15.00-16.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	16.00-17.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	17.00-18.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	18.00-19.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	19.00-20.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	20.00-21.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	21.00-22.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	22.00-23.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	23.00-24.00	0	42	0	0	350	0	10	6	0	0
	3	24.00-01.00	0	13	0	0	89	0	6	0	0	0
	3	01.00-02.00	0	17	3	3	69	0	15	0	0	0
3	02.00-03.00	0	9	68	0	48	0	0	2	0	0	
3	03.00-04.00	0	9	131	0	79	0	9	0	0	0	
3	04.00-05.00	0	7	0	1	21	0	4	0	0	0	
3	05.00-06.00	0	7	6	0	38	0	5	0	0	0	
3	06.00-07.00	0	0	0	1	26	0	1	0	0	0	
9	1	07.00-08.00	0	11	0	138	1	0	2	0	0	
1	08.00-09.00	0	8	0	1	132	1	3	2	0	0	
1	09.00-10.00	0	10	50	1	111	1	0	3	0	0	
1	10.00-11.00	0	9	50	1	113	2	0	0	0	0	
1	11.00-12.00	0	12	40	1	104	0	4	2	0	0	
1	12.00-13.00	0	9	50	0	105	1	0	0	0	0	
1	13.00-14.00	0	9	0	0	74	0	1	0	0	0	
1	14.00-15.00	0	3	0	0	98	4	2	0	0	0	
2	15.00-16.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2	16.00-17.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2	17.00-18.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2	18.00-19.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2	19.00-20.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2	20.00-21.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2	21.00-22.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2	22.00-23.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

10	3	23.00-24.00	0	13	6	1	117	0	7	0	0	0
	3	24.00-01.00	0	4	0	1	34	0	15	0	0	0
	3	01.00-02.00	0	7	0	0	27	0	0	0	10	0
	3	02.00-03.00	0	5	0	1	31	0	1	0	28	0
	3	03.00-04.00	0	12	0	0	38	0	17	0	6	0
	3	04.00-05.00	0	6	0	1	17	0	10	0	1	0
	3	05.00-06.00	0	11	0	0	18	0	9	0	0	0
	3	06.00-07.00	0	4	0	0	7	0	3	0	4	0
	1	07.00-08.00	0	14	0	1	173	2	9	0	0	0
	1	08.00-09.00	0	18	0	0	218	6	5	0	0	0
	1	09.00-10.00	0	11	0	2	74	2	1	0	0	0
	1	10.00-11.00	0	8	0	3	116	4	4	0	0	0
	1	11.00-12.00	0	15	0	2	125	9	8	0	0	0
	1	12.00-13.00	0	8	0	1	165	2	14	0	0	0
	1	13.00-14.00	0	15	0	0	150	3	0	0	0	0
	1	14.00-15.00	0	12	0	0	138	3	3	0	0	0
	2	15.00-16.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	16.00-17.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	17.00-18.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	18.00-19.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	19.00-20.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	20.00-21.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	21.00-22.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	22.00-23.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	23.00-24.00	0	5	0	1	56	0	7	0	0	0
	3	24.00-01.00	0	5	0	1	56	0	10	0	0	0
	3	01.00-02.00	0	0	105	1	41	0	25	0	0	0
	3	02.00-03.00	0	0	0	3	27	0	10	0	0	0
	3	03.00-04.00	0	14	0	2	76	0	25	0	0	0
	3	04.00-05.00	0	2	0	1	10	0	1	0	0	0
	3	05.00-06.00	0	4	0	2	40	0	15	0	0	0
	3	06.00-07.00	0	2	0	1	19	0	17	0	0	0
11	1	07.00-08.00	0	7	0	0	81	0	18	0	0	0
	1	08.00-09.00	0	2	0	0	108	0	30	2	0	0
	1	09.00-10.00	0	3	0	0	77	0	3	2	0	0
	1	10.00-11.00	0	7	0	0	58	0	30	1	0	0
	1	11.00-12.00	0	3	0	0	46	0	3	2	0	0
	1	12.00-13.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	13.00-14.00	0	3	0	0	61	0	2	0	0	0
	1	14.00-15.00	0	6	0	0	118	0	8	3	0	0
	2	15.00-16.00	0	0	0	2	50	5	2	0	0	0
	2	16.00-17.00	0	4	0	2	34	2	5	0	0	0
	2	17.00-18.00	0	3	0	1	42	1	5	0	0	0
	2	18.00-19.00	0	0	0	0	22	2	1	0	0	0
	2	19.00-20.00	0	2	0	1	32	6	17	0	0	0
	2	20.00-21.00	0	5	0	1	47	4	2	0	0	0
	2	21.00-22.00	0	4	12	0	50	3	26	0	0	0
	2	22.00-23.00	0	6	0	2	31	4	0	0	0	0
	3	23.00-24.00	0	1	0	3	35	0	6	0	0	0
	3	24.00-01.00	0	5	0	0	24	0	7	0	0	0
	3	01.00-02.00	0	6	0	1	18	0	7	0	0	0
	3	02.00-03.00	0	4	11	1	36	0	4	0	0	0
	3	03.00-04.00	0	4	0	0	39	0	17	0	0	0
	3	04.00-05.00	0	7	0	1	22	0	2	0	0	0
	3	05.00-06.00	0	16	0	3	29	0	4	0	0	0
	3	06.00-07.00	0	2	0	2	11	0	2	0	0	3
12	1	07.00-08.00	0	25	0	0	170	0	24	0	0	0
	1	08.00-09.00	0	8	0	0	124	0	12	0	0	0
	1	09.00-10.00	0	6	0	0	73	0	0	0	0	0
	1	10.00-11.00	0	11	0	0	113	0	32	0	0	0
	1	11.00-12.00	0	9	0	0	46	0	9	0	0	0

	1	12.00-13.00	0	2	0	0	30	0	7	0	0	0
	1	13.00-14.00	0	0	0	0	94	3	20	0	0	0
	1	14.00-15.00	0	4	0	1	30	2	2	0	0	0
	2	15.00-16.00	0	3	5	0	3	0	5	0	0	0
	2	16.00-17.00	0	0	2	0	4	0	3	0	0	0
	2	17.00-18.00	0	7	2	1	48	0	3	0	0	0
	2	18.00-19.00	0	11	15	2	36	0	3	0	0	0
	2	19.00-20.00	0	15	0	0	48	0	2	0	0	0
	2	20.00-21.00	0	13	24	0	40	0	6	0	0	0
	2	21.00-22.00	0	7	0	0	31	0	4	0	0	0
	2	22.00-23.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	23.00-24.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	24.00-01.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	01.00-02.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	02.00-03.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	03.00-04.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	04.00-05.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	05.00-06.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	06.00-07.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	1	07.00-08.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	08.00-09.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	09.00-10.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	10.00-11.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	11.00-12.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	12.00-13.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	13.00-14.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	14.00-15.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	15.00-16.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	16.00-17.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	17.00-18.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	18.00-19.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	19.00-20.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	20.00-21.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	21.00-22.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	22.00-23.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	23.00-24.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	24.00-01.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	01.00-02.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	02.00-03.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	03.00-04.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	04.00-05.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	05.00-06.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	06.00-07.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	1	07.00-08.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	08.00-09.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	09.00-10.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	10.00-11.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	11.00-12.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	12.00-13.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	13.00-14.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	14.00-15.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	15.00-16.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	16.00-17.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	17.00-18.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	18.00-19.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	19.00-20.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	20.00-21.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	21.00-22.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	22.00-23.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	23.00-24.00	0	8	0	0	137	0	2	0	0	0
	3	24.00-01.00	0	5	0	0	161	0	4	0	0	0

	3	01.00-02.00	0	9	0	0	99	0	2	0	0	0
	3	02.00-03.00	0	6	0	0	129	0	1	0	0	0
	3	03.00-04.00	0	8	0	0	163	0	8	0	0	0
	3	04.00-05.00	0	1	0	0	174	0	0	0	0	0
	3	05.00-06.00	0	3	0	0	283	0	0	0	0	0
	3	06.00-07.00	0	0	0	0	226	0	0	0	0	0
15	1	07.00-08.00	0	12	0	1	56	11	0	0	0	0
	1	08.00-09.00	0	10	0	2	54	2	10	0	0	0
	1	09.00-10.00	0	6	0	0	35	4	4	0	0	0
	1	10.00-11.00	0	6	0	3	38	4	3	0	0	0
	1	11.00-12.00	0	6	0	4	62	9	2	0	0	0
	1	12.00-13.00	0	2	0	1	29	3	10	0	0	0
	1	13.00-14.00	0	6	0	1	45	5	5	0	0	0
	1	14.00-15.00	0	2	0	1	23	1	5	0	0	0
	2	15.00-16.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	16.00-17.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	17.00-18.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	18.00-19.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	19.00-20.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	20.00-21.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	21.00-22.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	22.00-23.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	23.00-24.00	0	4	0	2	99	0	9	0	0	0
	3	24.00-01.00	0	7	0	3	108	0	7	0	0	0
	3	01.00-02.00	0	8	0	0	100	0	9	0	0	0
	3	02.00-03.00	0	5	0	0	99	0	8	0	0	0
	3	03.00-04.00	0	7	0	0	75	0	2	0	0	0
	3	04.00-05.00	0	4	0	1	73	0	3	0	0	0
	3	05.00-06.00	0	8	0	0	92	0	8	0	0	0
	3	06.00-07.00	0	5	0	0	147	0	3	0	0	0
16	1	07.00-08.00	0	9	10	0	41	7	12	0	0	0
	1	08.00-09.00	0	0	0	0	36	0	5	0	0	0
	1	09.00-10.00	0	2	0	0	44	4	21	0	0	0
	1	10.00-11.00	0	2	0	2	42	2	7	0	0	0
	1	11.00-12.00	0	0	0	0	47	0	5	0	0	0
	1	12.00-13.00	0	13	2	0	52	6	8	0	0	0
	1	13.00-14.00	0	0	0	3	54	2	20	0	0	0
	1	14.00-15.00	0	4	0	0	37	0	4	0	0	0
	2	15.00-16.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	16.00-17.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	17.00-18.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	18.00-19.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	19.00-20.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	20.00-21.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	21.00-22.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	22.00-23.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	23.00-24.00	0	17	0	0	89	0	9	0	0	0
	3	24.00-01.00	0	8	0	0	127	0	6	0	0	0
	3	01.00-02.00	0	8	0	0	83	0	8	0	0	0
	3	02.00-03.00	0	4	0	0	133	0	2	0	0	0
	3	03.00-04.00	0	9	0	0	84	0	5	0	0	0
	3	04.00-05.00	0	6	0	0	162	0	8	0	0	0
	3	05.00-06.00	0	5	0	0	85	0	6	0	0	0
	3	06.00-07.00	0	6	0	0	139	0	4	0	0	0
17	1	07.00-08.00	0	3	0	1	23	2	0	0	0	0
	1	08.00-09.00	0	8	24	1	47	5	4	0	0	0
	1	09.00-10.00	0	1	0	0	27	5	12	0	0	0
	1	10.00-11.00	0	12	0	1	59	2	5	0	0	0
	1	11.00-12.00	0	10	0	1	47	5	10	0	0	0
	1	12.00-13.00	0	3	100	1	47	3	19	0	0	0
	1	13.00-14.00	0	12	0	1	56	3	6	0	0	0

18	1	14.00-15.00	0	4	0	2	52	6	9	0	0	0	
	2	15.00-16.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	2	16.00-17.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	2	17.00-18.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	2	18.00-19.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	2	19.00-20.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	2	20.00-21.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	2	21.00-22.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	2	22.00-23.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	3	23.00-24.00	0	10	0	0	50	1	6	0	0	0	
	3	24.00-01.00	0	6	0	0	51	0	12	0	0	0	
	3	01.00-02.00	0	3	0	0	264	2	13	0	0	0	
	3	02.00-03.00	0	10	0	0	276	1	9	0	0	0	
	3	03.00-04.00	0	5	0	0	301	1	10	0	0	0	
	3	04.00-05.00	0	3	0	0	149	0	6	0	0	0	
	3	05.00-06.00	0	5	0	0	203	0	6	0	0	0	
	3	06.00-07.00	0	5	0	0	156	0	7	0	0	0	
	1	07.00-08.00	0	2	0	2	121	1	5	0	0	0	
	1	08.00-09.00	0	2	2	0	67	2	4	0	0	0	
	1	09.00-10.00	0	0	0	1	135	0	6	0	0	0	
	1	10.00-11.00	0	8	0	2	321	40	2	0	0	0	
	1	11.00-12.00	0	11	0	1	81	3	5	0	0	0	
	1	12.00-13.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	1	13.00-14.00	0	0	0	0	34	0	8	0	0	0	
	1	14.00-15.00	0	2	0	1	39	4	2	0	0	0	
	2	15.00-16.00	0	17	0	1	68	0	7	3	0	0	
	2	16.00-17.00	0	0	0	2	43	0	35	0	0	0	
	2	17.00-18.00	0	7	0	0	36	0	15	17	0	0	
	2	18.00-19.00	0	9	0	6	24	0	3	0	0	8	
	2	19.00-20.00	0	10	0	5	35	0	18	0	0	0	
	2	20.00-21.00	0	19	0	4	39	0	9	0	0	17	
	2	21.00-22.00	0	4	0	2	13	0	6	0	0	0	
	2	22.00-23.00	0	2	0	1	17	0	1	0	0	0	
	3	23.00-24.00	2	9	0	2	82	0	11	0	0	0	
	3	24.00-01.00	0	8	0	0	66	0	5	0	0	0	
	3	01.00-02.00	0	5	0	0	78	0	7	0	0	0	
	3	02.00-03.00	0	11	0	0	137	0	6	0	0	0	
	3	03.00-04.00	0	5	0	0	111	0	4	0	0	0	
	3	04.00-05.00	0	9	0	0	156	0	0	0	0	0	
	3	05.00-06.00	0	5	0	0	114	0	0	0	0	0	
	3	06.00-07.00	0	10	0	0	148	0	0	0	0	0	
	19	1	07.00-08.00	0	4	14	1	22	5	26	0	0	0
		1	08.00-09.00	0	2	0	1	128	2	8	0	0	0
		1	09.00-10.00	0	4	0	5	61	4	16	0	0	0
		1	10.00-11.00	0	10	0	0	99	11	7	0	0	0
		1	11.00-12.00	0	2	0	2	35	19	20	0	0	0
		1	12.00-13.00	0	4	0	1	61	0	33	0	0	0
		1	13.00-14.00	0	3	0	1	62	1	7	0	0	0
1		14.00-15.00	0	9	0	0	63	2	9	0	0	0	
2		15.00-16.00	0	3	6	1	54	0	4	0	0	0	
2		16.00-17.00	0	4	0	1	78	1	5	0	0	0	
2		17.00-18.00	0	8	0	0	107	0	2	0	0	0	
2		18.00-19.00	0	7	0	0	77	0	3	0	0	0	
2		19.00-20.00	0	2	0	0	75	0	0	0	0	0	
2		20.00-21.00	0	1	0	0	50	0	0	0	0	0	
2		21.00-22.00	0	0	0	0	45	0	0	0	0	0	
2		22.00-23.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3	23.00-24.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
3	24.00-01.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
3	01.00-02.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
3	02.00-03.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

20	3	03.00-04.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	04.00-05.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	05.00-06.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	06.00-07.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	07.00-08.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	08.00-09.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	09.00-10.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	10.00-11.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	11.00-12.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	12.00-13.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	13.00-14.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	14.00-15.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	15.00-16.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	16.00-17.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	2	17.00-18.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	18.00-19.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	19.00-20.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	20.00-21.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	21.00-22.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	22.00-23.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	23.00-24.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	24.00-01.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	01.00-02.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	02.00-03.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	03.00-04.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	04.00-05.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	05.00-06.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	06.00-07.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	07.00-08.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	08.00-09.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	09.00-10.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	10.00-11.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	11.00-12.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	12.00-13.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	13.00-14.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	14.00-15.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	15.00-16.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	16.00-17.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	17.00-18.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	18.00-19.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	19.00-20.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2	20.00-21.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2	21.00-22.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2	22.00-23.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
22	3	23.00-24.00	0	5	0	0	46	4	12	0	0	0
	3	24.00-01.00	0	3	0	1	92	8	2	0	0	0
	3	01.00-02.00	0	2	0	1	72	7	18	0	0	0
	3	02.00-03.00	0	20	0	1	205	14	26	0	0	0
	3	03.00-04.00	0	10	0	2	130	6	2	0	0	0
	3	04.00-05.00	0	4	0	4	73	6	15	0	0	0
	3	05.00-06.00	0	13	30	0	138	10	13	0	0	0
	3	06.00-07.00	0	9	0	1	56	4	11	0	0	0
	1	07.00-08.00	0	26	0	12	172	0	31	6	0	0
	1	08.00-09.00	0	22	0	4	169	0	0	15	0	0
	1	09.00-10.00	0	38	232	6	137	0	46	13	0	0
	1	10.00-11.00	0	45	73	1	294	0	25	20	0	0
	1	11.00-12.00	0	87	0	3	157	0	6	5	0	0
	1	12.00-13.00	0	44	0	2	117	0	19	10	0	0
1	13.00-14.00	0	39	0	1	139	0	18	0	0	0	
1	14.00-15.00	0	8	0	1	32	0	3	2	0	0	
2	15.00-16.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

	2	16.00-17.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	17.00-18.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	18.00-19.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	19.00-20.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	20.00-21.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	21.00-22.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	22.00-23.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	23.00-24.00	0	15	0	1	242	3	2	0	0	0
	3	24.00-01.00	0	6	0	1	34	3	0	0	0	0
	3	01.00-02.00	0	0	0	0	43	0	3	0	0	0
	3	02.00-03.00	0	2	0	0	100	10	27	0	0	0
	3	03.00-04.00	0	4	24	1	41	1	5	0	0	0
	3	04.00-05.00	0	6	0	1	71	4	23	0	0	0
	3	05.00-06.00	0	7	0	1	61	4	6	0	0	0
	3	06.00-07.00	0	0	0	0	69	0	2	0	0	0
23	1	07.00-08.00	0	19	0	1	53	1	5	0	0	0
	1	08.00-09.00	2	14	0	1	41	3	16	1	0	0
	1	09.00-10.00	0	17	0	3	50	0	13	2	0	0
	1	10.00-11.00	0	3	63	1	49	2	12	2	0	0
	1	11.00-12.00	0	17	0	2	54	0	15	4	0	0
	1	12.00-13.00	0	2	16	1	48	0	11	1	0	0
	1	13.00-14.00	0	25	0	1	39	0	19	5	0	7
	1	14.00-15.00	0	12	0	2	47	0	5	4	0	0
	2	15.00-16.00	0	3	0	3	37	0	82	0	0	0
	2	16.00-17.00	0	6	0	3	135	0	43	0	4	0
	2	17.00-18.00	0	4	0	3	292	0	60	0	2	0
	2	18.00-19.00	0	2	0	2	362	0	2	0	7	0
	2	19.00-20.00	0	0	0	3	552	0	20	0	5	0
	2	20.00-21.00	0	0	0	5	238	0	0	0	2	0
	2	21.00-22.00	0	0	0	6	234	0	0	0	4	0
	2	22.00-23.00	0	0	0	2	100	0	0	0	0	0
	3	23.00-24.00	0	3	0	1	61	9	20	0	0	0
	3	24.00-01.00	0	0	8	0	14	0	5	0	0	0
	3	01.00-02.00	0	8	0	0	41	3	6	0	0	0
	3	02.00-03.00	0	4	113	0	37	7	20	0	0	0
	3	03.00-04.00	0	6	0	0	10	2	1	0	0	0
	3	04.00-05.00	0	3	0	0	73	8	8	0	0	0
	3	05.00-06.00	0	0	0	0	46	0	5	0	0	0
	3	06.00-07.00	0	7	2	0	68	0	11	0	0	0
24	1	07.00-08.00	0	11	36	1	137	0	9	0	0	0
	1	08.00-09.00	0	12	0	1	79	0	14	4	0	15
	1	09.00-10.00	0	9	24	2	51	0	15	0	0	0
	1	10.00-11.00	0	12	0	0	47	4	8	0	0	3
	1	11.00-12.00	0	7	0	4	53	2	8	0	0	5
	1	12.00-13.00	0	11	12	3	34	0	13	0	0	0
	1	13.00-14.00	0	14	0	2	32	0	13	6	0	4
	1	14.00-15.00	0	5	0	0	40	0	15	0	0	0
	2	15.00-16.00	0	2	0	0	81	0	22	0	0	0
	2	16.00-17.00	0	3	0	1	144	0	14	2	0	0
	2	17.00-18.00	0	5	0	0	91	0	6	0	0	0
	2	18.00-19.00	0	6	0	0	120	0	7	2	0	0
	2	19.00-20.00	0	10	0	0	175	0	3	0	0	0
	2	20.00-21.00	0	2	0	0	162	0	5	0	0	0
	2	21.00-22.00	0	2	0	0	128	0	4	0	0	0
	2	22.00-23.00	0	3	0	0	59	0	5	0	0	0
	3	23.00-24.00	0	4	20	0	64	0	8	0	0	0
	3	24.00-01.00	0	4	0	1	39	1	2	0	0	0
	3	01.00-02.00	0	4	0	1	27	0	7	0	0	0
	3	02.00-03.00	0	8	0	1	48	6	8	0	0	0
	3	03.00-04.00	0	0	0	0	25	1	0	0	0	0
	3	04.00-05.00	0	3	0	2	69	0	11	0	0	0

	2	18.00-19.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	19.00-20.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	20.00-21.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	21.00-22.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	22.00-23.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	23.00-24.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	24.00-01.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	01.00-02.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	02.00-03.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	03.00-04.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	04.00-05.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	05.00-06.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	06.00-07.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	1	07.00-08.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	08.00-09.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	09.00-10.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	10.00-11.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	11.00-12.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	12.00-13.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	13.00-14.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	14.00-15.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	15.00-16.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	16.00-17.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	17.00-18.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	18.00-19.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	19.00-20.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	20.00-21.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	21.00-22.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	22.00-23.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	23.00-24.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	24.00-01.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	01.00-02.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	02.00-03.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	03.00-04.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	04.00-05.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	05.00-06.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	06.00-07.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	1	07.00-08.00	0	2	0	0	47	0	18	0	0
	1	08.00-09.00	0	4	0	1	187	0	10	0	0
	1	09.00-10.00	0	3	0	0	46	0	14	0	0
	1	10.00-11.00	0	8	0	0	48	0	18	0	0
	1	11.00-12.00	0	4	0	0	49	0	17	0	0
	1	12.00-13.00	0	5	0	0	52	0	8	0	0
	1	13.00-14.00	0	0	0	0	348	0	6	0	0
	1	14.00-15.00	0	0	0	0	61	0	16	0	0
	2	15.00-16.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	16.00-17.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	17.00-18.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	18.00-19.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	19.00-20.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	20.00-21.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	21.00-22.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	22.00-23.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	23.00-24.00	0	14	0	3	46	0	3	5	0
	3	24.00-01.00	0	9	0	2	49	0	17	3	0
	3	01.00-02.00	0	8	0	1	43	0	1	0	0
	3	02.00-03.00	0	8	0	5	49	0	0	1	0
	3	03.00-04.00	0	3	0	1	42	0	0	2	0
	3	04.00-05.00	0	9	0	2	39	2	2	7	0
	3	05.00-06.00	0	2	0	4	28	0	3	0	0
	3	06.00-07.00	0	0	0	0	18	0	0	0	0

[illegible]

IAMPIRAN II

Jumlah produksi Aqua 220ml Bulan September 2020

Basic start date	220 mL
01/09/2020	8.104
02/09/2020	9.600
03/09/2020	9.744
04/09/2020	13.608
05/09/2020	9.058
07/09/2020	7.214
08/09/2020	9.096
09/09/2020	9.456
10/09/2020	9.648
11/09/2020	13.608
12/09/2020	9.072
14/09/2020	4.824
15/09/2020	9.744
16/09/2020	9.528
17/09/2020	9.648
18/09/2020	13.248
19/09/2020	9.075
21/09/2020	4.533
22/09/2020	9.384
23/09/2020	14.544
24/09/2020	14.472
25/09/2020	13.608
26/09/2020	9.114
28/09/2020	
29/09/2020	9.582
30/09/2020	4.824

LAMPIRAN III

Jam Kerja Karyawan PT Tirta Investama Langkat

Adapun klasifikasi jam kerja di PT Tirta Investama Langkat dibagi dalam tiga kelompok yaitu:

1. Sistem *Non Shift*

Jam kerja dengan system *non shift* diberlakukan bagi tenaga kerja dibagian *staff* dan administrasi kantor. Adapun jam kerja dengan system *non shift* yang diberlakukan di PT Tirta Investama Langkat dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel. Jam kerja dengan sistem *non shift* di PT Tirta Investama

No	Hari	Jam Kerja Aktif	Istirahat	Jam Kerja Aktif
1	Senin	07:00 – 12:00	12:00 – 13:00	13:00 – 15:00
2	Selasa	07:00 – 12:00	12:00 – 13:00	13:00 – 15:00
3	Rabu	07:00 – 12:00	12:00 – 13:00	13:00 – 15:00
4	Kamis	07:00 – 12:00	12:00 – 13:00	13:00 – 15:00
5	Jumat	07:00 – 12:00	12:00 – 13:00	13:00 – 15:00
6	Sabtu	07:00 – 12:00	12:00 – 13:00	13:00 – 15:00

2. Sistem *Shift*

Jam kerja sistem *shift* diberlakukan bagi tenaga kerja dibagian produksi. Adapun jam kerja sistem *shift* yang diberlakukan di PT Tirta Investama dapat dilihat pada tabel berikut.

No	Shift	Jam Kerja Aktif	Istirahat	Jam Kerja Aktif
1	I	07:00 – 12:00	12:00 – 13:00	13:00 – 15:00
2	II	15:00 – 18:00	18:00 – 19:00	19:00 – 23:00
3	III	23:00 – 04:00	04:00 – 05:00	05:00 – 07:00

3. Sistem *Day Off*

Sistem *day off* ini berlaku bagi keamanan/satpam. Sistem ini diberlakukan 2 hari *shift* I, 2 hari *shift* II, 2 hari *shift* III, dan 2 hari *off*. Jam kerjanya adalah sebagai berikut:

- a. *Shift* I : Pukul 08:00 - 16:00
- b. *Shift* II : Pukul 16:00 – 24:00
- c. *Shift* III: Pukul 24:00 - 08:00

LAMPIRAN IV:

Surat Izin Riset di PT Tirta Investama Langkat



PT Tirta Investama
Pabrik Langkat
Jl. Binjai Nampu Ukur, Dusun V Dame Rejo
Desa Pasar VI Kawala Mencirim,
Kecamatan Sei Bingai,
Kabupaten Langkat-Sumatera Utara
Telp 62 61-80044675, 676 677/678 (Hunting)
www.aqua.com



No : 02/HR-TIV-LKT/X/2020
Perihal : Persetujuan Riset

Kepada Yth
Wakil Dekan Bidang Akademik & Kelembagaan
Fakultas Sains & Teknologi
Universitas Islam Negeri Sumatera Utara
Ditempat

Dengan Hormat,


Berdasarkan surat permohonan No.109/ST. I/ST.V.2/TL.00/10/2020, Prihal izin Riset Mahasiswa
Fakultas Sain dan Teknologi yang ditugaskan :

Nama : Ayu Novia
NIM : 0703162015
Tempat/Tanggal Lahir : Medan, 13 September 1998
Program Studi : IX (Sembilan)
Alamat : Jln. Karya APDN No. 18 Cinta Rakyat Kab. Deli Serdang Sumatera
Utara 20371 Kelurahan Cinta Rakyat, Kecamatan Precut Sei Tuan.

Dengan ini kami menyetujui Permohonan Pelaksanaan Riset mahasiswa yang bersangkutan guna
penyusunan skripsi yang berjudul : * Penerapan Metode Lean Six-Sigma Dan Diagram Kendali Demerit
Sebagai Upaya Meminimumkan Cacat Produk*

Demikian surat keterangan ini saya perbuat untuk dapat di pergunakan sebagaimana mestinya.

Langkat, 09 Oktober 2020


Jonson R. Hutabarat
HR & SR MANAGER

Lampiran IV

Hasil wawancara dengan pihak Quality Control PT Tirta Investama Langkat mengenai Faktor penyebab Kecacatan Produk.

No	Deskripsi Proses Produksi	Mode Kegagalan	Potensi Efek Kegagalan		S	Penyebab Potensi Kegagalan
			Proses Berikutnya	Performance Produk		
1	Cup Maker	Cup kotor (kotor air)	Cup yang kotor / terdapat noda akan masuk kelimbah	Terdapat noda ataupun kotoran pada cup yang berpengaruh terhadap air isi		Terkena tetesan oli mesin
						Terdapat sheet kotor pada proses sebelumnya
2		Cup Bocor	Cup yang tidak baik akan berdampak di proses filler atau akan masuk lagi ke proses regrind	Terdapat kecacatan pada cup		Material bahan dasar kurang baik
						Komponen pengatur suhu filling machine tidak stabil / berubah dengan sendirinya (error)
3		Cup kosong tanpa lid	Cup yang kosong tanpa lid terdapat di mesin filler & sealer sebelum proses pressing	Tidak terisinya air pada cup		Pemberhentian mesin saat proses produksi

4		Cup isi tanpa lid	Cup yang terisi tanpa lid terdapat di mesin filler & sealer Setelah proses pressing	Tidak tersealnya <i>cup</i> dengan lid		Error mesin saat produksi
5	Lid	Lid tidak rata	Penutup cup tidak pas dan bisa menimbulkan bocor pada lid	Terdapat kecacatan pada lid cup yang posisinya tidak presisi		Pengepresan <i>lid</i> ke <i>cup</i> mengalami ketidaksesuaian yang disebabkan oleh pengaturan sensor mesin yang berubah secara acak (<i>error</i>).
6		Lid miring				
7		Lid bocor halus	Produk akan di stop dan tidak boleh masuk ke proses <i>packaging</i>	Terdapat kebocoran pada cup yang telah terisi dikarenakan lid yang mengalami kerusakan		Bahan baku lid awal terlalu tipis (< 55 mikron) dan juga sealer yang kurang panas akan menyebabkan lid kurang lengket dan rawan mengelupas

8		Lid tidak tersealing sempurna		Lid terbuka dan tidak menempel sempurna pada cup		Kurang panasnya <i>sealer</i> yang berfungsi untuk mempress <i>lid</i> sehingga yang suhu kurang, tekanan angin yang kurang dari kompresor, dan tidak sinkronnya pengaturan <i>bucket</i> dan <i>sealer</i> .
9	Filler	Volume kurang	produk akan di sop oleh crew packaging pada proses selanjutnya	Volume air yang terisi pada cup tidak sesuai standar / kurang dan air produk pada cup yang diisi tumpah		<i>Filter</i> pada mesin pengisian (<i>filling unit</i>) yang kotor oleh lender ozon O ₃ . Sementara air produk yang diisi tumpah terjadi karena <i>holder</i> goyang yang disebabkan oleh baut <i>counter</i> tidak kencang dan <i>bearing indexer</i> aus.

10		Filler isi	Produk akan di sop oleh crew packaging pada proses selanjutnya	Volume air yang terisi pada cup tidak sesuai standar / terlalu penuh	Pengaturan mesin yang kurang sesuai dan metode atau prosedur kurang dijalankan dengan baik.
----	--	------------	--	--	---